

2

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JCS96 U.S. PRO
09/884129
06/20/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-187600

出 願 人

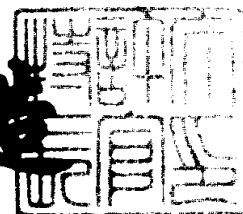
Applicant(s):

マツダ株式会社

2001年 4月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3036056

【書類名】 特許願

【整理番号】 MZD-2358

【提出日】 平成12年 6月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02D 41/14

【発明者】

 【住所又は居所】 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

 【氏名】 田賀 淳一

【発明者】

 【住所又は居所】 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

 【氏名】 久慈 洋一

【特許出願人】

 【識別番号】 000003137

 【氏名又は名称】 マツダ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100083013

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 福岡 正明

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 007157

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エンジンの排気浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素過剰雰囲気中で排ガス中の NO_x 成分を吸蔵し、酸素濃度の低下により吸蔵していた NO_x 成分を還元放出する NO_x 吸蔵還元型触媒を排気通路に備えると共に、上記触媒に単位時間あたりに吸蔵される NO_x 成分の瞬時量を推定する瞬時 NO_x 吸蔵量推定手段と、該推定手段で推定された瞬時量を積算することにより上記触媒に吸蔵された NO_x 成分の積算量を推定する積算 NO_x 吸蔵量推定手段と、該推定手段で推定された積算量が所定の吸蔵量以上となったときに NO_x 成分を上記触媒から放出させる NO_x 放出手段とを有するエンジンの排気浄化装置であって、上記積算 NO_x 吸蔵量推定手段で推定された積算量が多いほど、瞬時 NO_x 吸蔵量推定手段で推定される瞬時量を小さい値に補正する瞬時 NO_x 吸蔵量補正手段が備えられていることを特徴とするエンジンの排気浄化装置。

【請求項2】 触媒に吸蔵されずに通過する NO_x 成分の量を設定する NO_x 通過量設定手段が備えられ、 NO_x 放出手段は、該設定手段で設定された通過量が所定の量以上となったときにも NO_x 成分を上記触媒から放出させることを特徴とする請求項1に記載のエンジンの排気浄化装置。

【請求項3】 触媒に単位時間あたりに供給される NO_x 成分の瞬時量を設定する瞬時 NO_x 供給量設定手段と、触媒が単位時間あたりに吸蔵し得る NO_x 成分の瞬時量を設定する瞬時 NO_x 吸蔵可能量設定手段とが備えられ、瞬時 NO_x 吸蔵量推定手段は、これらの設定手段で設定された瞬時量のうち小さいほうの値を瞬時 NO_x 吸蔵量とすることを特徴とする請求項1又は2に記載のエンジンの排気浄化装置。

【請求項4】 燃焼室から単位時間あたりに排出される NO_x 成分の瞬時量を設定する瞬時 NO_x 初期排出量設定手段と、触媒が単位時間あたりに還元浄化する NO_x 成分の瞬時量を設定する瞬時 NO_x 浄化量設定手段とが備えられ、瞬時 NO_x 供給量設定手段は、上記排出量設定手段で設定された瞬時 NO_x 初期排出量から、上記浄化量設定手段で設定された瞬時 NO_x 浄化量を差し引いた値を

瞬時NO_x供給量とすることを特徴とする請求項3に記載のエンジンの排気浄化装置。

【請求項5】 排ガスの温度を検出する排ガス温度検出手段が備えられ、瞬時NO_x吸蔵可能量設定手段は、該検出手段で検出された排ガスの温度、又は瞬時NO_x供給量設定手段で設定された瞬時NO_x供給量の少なくともいずれかに基いて瞬時NO_x吸蔵可能量を設定することを特徴とする請求項3又は4に記載のエンジンの排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はエンジンの排気浄化装置に関し、特に、リーン運転時に発生する排ガス中のNO_xを浄化するNO_x吸蔵還元型触媒を備えたエンジンの排気浄化装置の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】

車両用等のエンジンに備えられる三元触媒は、排ガス中に含まれるCO（一酸化炭素）、HC（炭化水素）、NO_x（窒素酸化物）等の有害成分を効率よく浄化する。しかし、ウィンドウが理論空燃比（ $\lambda = 1$ ）近傍の狭い範囲に限られるため、近年における燃費性能の向上を目的とした直噴成層燃焼方式を採用するいわゆるリーンバーンエンジン等ではNO_x浄化率が低下する。そこで、空燃比が酸素過剰雰囲気の場合は排ガス中のNO_x成分を吸蔵し、酸素濃度の低下により吸蔵していたNO_x成分を還元して放出するNO_x吸蔵還元型触媒（以下単に「NO_x触媒」ということがある）が排気通路に併備される。

【0003】

このNO_x触媒は、リーン運転が長く継続すると吸蔵したNO_xで飽和状態となるから、吸蔵したNO_xの量が所定の吸蔵量以上となったときには、排ガスの空燃比をリッチ化することによって触媒からNO_xを放出させ、触媒のNO_x吸蔵能力を回復させることが行なわれる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記のような NO_x の放出処理を開始するかどうかの判断基準となる NO_x 吸蔵量は直接測定することができず、一般に推定により求められる。典型的な一例は、所定周期（例えば制御サイクル又はサンプリングサイクル）毎に運転状態等に基づいて瞬時 NO_x 吸蔵量を推定し、その瞬時量を積算して得られた積算 NO_x 吸蔵量を触媒に吸蔵された NO_x 量とするものである。このとき、推定精度が低下し、推定量に誤差があると、いろいろと不具合が生じる。

【0005】

例えば、実際よりも多い量の NO_x 吸蔵量が推定されたときは、まだ NO_x がそれほど吸蔵されていないのに早々と NO_x 放出処理が開始されたり、あるいは、すでに NO_x が完全に放出されているのに無駄に NO_x 放出処理が続けられて、いずれも燃費性能の面から好ましくない。一方、実際よりも少ない量の NO_x 吸蔵量が推定されたときには、すでに NO_x が相当量吸蔵されているのになかなか NO_x 放出処理が開始されなかったり、あるいは、まだ NO_x が完全に放出されていないのに早々と NO_x 放出処理が終了して、いずれも触媒性能の面から好ましくない。

【0006】

そこで、特開平7-139340号公報に開示されるように、 NO_x 吸蔵量を、リーン運転時には加算し、リッチ運転時又は理論空燃比運転時には減算するとしたうえで、加算量（瞬時 NO_x 吸蔵量）はエンジン回転数や吸気圧力に基づいて推定し、減算量（瞬時 NO_x 放出量）は過剰燃料供給量や触媒温度に基づいて推定する等、 NO_x 吸蔵量の推定の正確化を図る数々の提案がなされているのが現状である。

【0007】

しかしながら、現在提案されている推定技術をもってしてもなお実際の NO_x 吸蔵量との間に看過できない大きなずれが発生し、改善の余地が多分にあった。その原因の一つは、現在 NO_x 吸蔵量の推定に用いているパラメータの他にも、 NO_x 吸蔵量の増減に大きな影響を及ぼす重要なパラメータが存在するからであると考えられる。

【 0 0 0 8 】

本発明者等は、上記の現状に鑑み、 NO_x 吸蔵量の推定精度の向上を目的に鋭意研究検討を重ねた結果、以下に述べる知見を得て本発明を完成するに至ったものである。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

すなわち、本発明者等は、瞬時 NO_x 吸蔵量が積算 NO_x 吸蔵量によって大きな影響を受け、特に、積算 NO_x 吸蔵量が多いほど瞬時 NO_x 吸蔵量が小さくなることを見出したものである。

【 0 0 1 0 】

すなわち、本願の特許請求の範囲における請求項 1 に記載の発明は、酸素過剰雰囲気中で排ガス中の NO_x 成分を吸蔵し、酸素濃度の低下により吸蔵していた NO_x 成分を還元放出する NO_x 吸蔵還元型触媒を排気通路に備えると共に、上記触媒に単位時間当たりに吸蔵される NO_x 成分の瞬時量を推定する瞬時 NO_x 吸蔵量推定手段と、該推定手段で推定された瞬時量を積算することにより上記触媒に吸蔵された NO_x 成分の積算量を推定する積算 NO_x 吸蔵量推定手段と、該推定手段で推定された積算量が所定の吸蔵量以上となったときに NO_x 成分を上記触媒から放出させる NO_x 放出手段とを有するエンジンの排気浄化装置であって、上記積算 NO_x 吸蔵量推定手段で推定された積算量が多いほど、瞬時 NO_x 吸蔵量推定手段で推定される瞬時量を小さい値に補正する瞬時 NO_x 吸蔵量補正手段が備えられていることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

この発明によれば、積算 NO_x 吸蔵量が多いほど瞬時 NO_x 吸蔵量が小さくされる。したがって、積算 NO_x 吸蔵量が多くなるほど該積算量の時間当たりの増加量が小さくなる。これは、積算 NO_x 吸蔵量が多くなるほど NO_x 触媒において NO_x と反応し NO_x を新たに吸蔵することのできる表面積が少なくなることが一つの理由であると考えられる。

【 0 0 1 2 】

その結果、積算 NO_x 吸蔵量の推定精度がより向上し、該 NO_x 吸蔵量の推定

値に過不足が生じること起因する前述の燃費性能又は触媒性能の面でのいろいろな不具合が抑制できる。

【 0 0 1 3 】

次に、請求項 2 に記載の発明は、上記請求項 1 に記載の発明において、触媒に吸蔵されずに通過する NO_x 成分の量を設定する NO_x 通過量設定手段が備えられ、 NO_x 放出手段は、該設定手段で設定された通過量が所定の量以上となったときにも NO_x 成分を上記触媒から放出させることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

この発明によれば、 NO_x 吸蔵量が所定量以上となったときだけでなく、そのような判定条件とは無関係に、 NO_x 触媒が吸蔵できずに通過させてしまう NO_x 量が所定量以上となったときにも NO_x 成分の放出処理が実行される。

【 0 0 1 5 】

すなわち、 NO_x 触媒の吸蔵能力は積算 NO_x 吸蔵量の増加に伴って低下する以外に、例えば排ガス温度（触媒温度）の上昇によっても低下する。つまり、積算 NO_x 吸蔵量が同じであっても他の要因により NO_x 触媒の吸蔵能力が変化するのである。したがって、積算 NO_x 吸蔵量を NO_x 放出処理を開始するかどうかの判断基準とする以前に、 NO_x 触媒を通過して大気に放出される NO_x 成分の量が多くなったときには、そのときの積算 NO_x 吸蔵量に拘りなく、 NO_x 放出処理を実行することが好ましいのである。これにより NO_x エミッションの悪化を確実にくいとめることができる。

【 0 0 1 6 】

次に、請求項 3 に記載の発明は、上記請求項 1 又は 2 に記載の発明において、触媒に単位時間当たりに供給される NO_x 成分の瞬時量を設定する瞬時 NO_x 供給量設定手段と、触媒が単位時間当たりに吸蔵し得る NO_x 成分の瞬時量を設定する瞬時 NO_x 吸蔵可能量設定手段とが備えられ、瞬時 NO_x 吸蔵量推定手段は、これらの設定手段で設定された瞬時量のうち小さいほうの値を瞬時 NO_x 吸蔵量とすることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

この発明によれば、瞬時 NO_x 吸蔵量が合理的に推定される。すなわち、 NO

x 触媒が吸蔵し得る瞬時 NOx 吸蔵可能量が、NOx 触媒に供給される瞬時 NOx 供給量より大きいときは、NOx 触媒は、瞬時 NOx 供給量を全て吸蔵して余りあるから、瞬時 NOx 吸蔵量は、値の小さい瞬時 NOx 供給量のほうで支配される。これとは逆に、瞬時 NOx 供給量が、瞬時 NOx 吸蔵可能量より大きいときは、NOx 触媒は、瞬時 NOx 供給量を全て吸蔵できず一部を通過させてしまうから、瞬時 NOx 吸蔵量は、値の小さい瞬時 NOx 吸蔵可能量のほうで支配される。

【 0 0 1 8 】

次に、請求項 4 に記載の発明は、上記請求項 3 に記載の発明において、燃焼室から単位時間あたりに排出される NOx 成分の瞬時量を設定する瞬時 NOx 初期排出量設定手段と、触媒が単位時間あたりに還元浄化する NOx 成分の瞬時量を設定する瞬時 NOx 浄化量設定手段とが備えられ、瞬時 NOx 供給量設定手段は、上記排出量設定手段で設定された瞬時 NOx 初期排出量から、上記浄化量設定手段で設定された瞬時 NOx 浄化量を差し引いた値を瞬時 NOx 供給量とすることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

この発明によれば、燃焼室から排気通路に最初に排出される NOx 初期排出量をそのまま NOx 供給量とするのではなく、該初期排出量から、触媒が NOx 成分を吸蔵する以前に還元浄化してしまう量を差し引いた値を NOx 供給量とする。したがって、触媒に吸蔵の対象として供給される NOx 量の値である瞬時 NOx 供給量が合理的に精度よく設定される。

【 0 0 2 0 】

その結果、この瞬時 NOx 供給量の値が瞬時 NOx 吸蔵量に採用された場合には、該瞬時 NOx 吸蔵量の推定精度、ひいては積算 NOx 吸蔵量の推定精度がより向上することになり、該 NOx 吸蔵量の推定値に過不足が生じることに起因する前述の燃費性能又は触媒性能の面でのいろいろな不具合が抑制できる。

【 0 0 2 1 】

次に、請求項 5 に記載の発明は、上記請求項 3 又は 4 に記載の発明において、排ガスの温度を検出する排ガス温度検出手段が備えられ、瞬時 NOx 吸蔵可能量

設定手段は、該検出手段で検出された排ガスの温度、又は瞬時 NO_x 供給量設定手段で設定された瞬時 NO_x 供給量の少なくともいずれかに基いて瞬時 NO_x 吸蔵可能量を設定することを特徴とする。

【0022】

この発明によれば、瞬時 NO_x 吸蔵可能量が精度よく設定される。すなわち、前述したように、 NO_x 触媒の吸蔵能力、つまり瞬時 NO_x 吸蔵可能量は、積算 NO_x 吸蔵量だけでなく、さらに他の要因、例えば排ガス温度や瞬時 NO_x 供給量等によっても大きく影響を受ける。したがって、瞬時 NO_x 吸蔵可能量をこれらの排ガス温度や瞬時 NO_x 供給量等に基いて設定することにより精度に優れる値が得られる。

【0023】

その結果、この瞬時 NO_x 吸蔵可能量の値が瞬時 NO_x 吸蔵量に採用された場合には、該瞬時 NO_x 吸蔵量の推定精度、ひいては積算 NO_x 吸蔵量の推定精度がより向上することになり、該 NO_x 吸蔵量の推定値に過不足が生じることに起因する前述の燃費性能又は触媒性能の面でのいろいろな不具合が抑制できる。

【0024】

以下、その他の課題を含め、発明の実施の形態を通して、本発明をさらに詳しく説明する。

【0025】

【発明の実施の形態】

〔システム構成〕

図1は本実施の形態に係る直噴成層燃焼式エンジン1の制御システム構成図である。エンジン1の本体2にはピストン3によって画成された複数の燃焼室4（そのうちの一つのみ図示）が設けられている。燃焼室4の上部には点火プラグ5が、また側部にはインジェクタ6が臨まれている。インジェクタ6は燃焼室4内に燃料を直接噴射する。

【0026】

燃焼室4には吸気弁7及び排気弁8を介して吸気通路9及び排気通路10が接続されている。吸気通路9には上流側からエアクリーナ11、エアフローセンサ

12、スロットルバルブ13、及びサージタンク14が配設されている。サージタンク14の下流側は各気筒毎に独立吸気通路9aに分岐している。各独立吸気通路9aの下流端部は二つの通路9b、9cに分割されている。一方の通路9cにはスワール生成弁15が備えられている。スワール生成弁15を閉じると他方の通路9bから導入される吸気によって燃焼室4内にスワールが生成する。

【0027】

排気通路10には三元触媒16とNO_x吸蔵還元型触媒17とが直列に配置されている。三元触媒16は理論空燃比 ($A/F = 14.7$) 近傍で排ガス中のCO, HC, NO_xを同時に除去する。

【0028】

NO_x触媒17は、空燃比が例えば理論空燃比よりリーンの状態 ($\lambda > 1$) のときは、三元触媒16で浄化されずに流れ込んでくるNO_xを吸蔵して外部への排出を抑制する。一方、空燃比が例えば理論空燃比近傍ないしそれよりリッチの状態 ($\lambda \leq 1$) のときは、吸蔵していたNO_xを排ガス中のCO, HCと酸化還元反応させて酸素と窒素とに分解する。NO_x触媒17は、バリウムを主成分とし、カリウム、マグネシウム、ストロンチウム、ランタン等のアルカリ金属、アルカリ土類金属、あるいは希土類と、白金等の化学反応触媒作用を有する貴金属とを担持したNO_x吸収材 (図示せず) を内装する。

【0029】

排気通路10における三元触媒16の上流側と吸気通路9におけるサージタンク14の上流側との間に排気還流通路18が設けられている。排気通路10内を流れる排ガスの一部がこの排気還流通路18を通過して吸気通路9に還流される。排気還流通路18には排ガスの還流量を調節する排気還流量調節弁19が備えられている。

【0030】

このエンジン1のコントロールユニット (ECU) 20は、吸入空気量を検出するエアフローセンサ12からの信号、スロットルバルブ13の開度を検出するスロットル開度センサ21からの信号、排気還流量調節弁19の開度を検出する還流量センサ22からの信号、サージタンク14内の吸気負圧を検出するブース

トセンサ 2 3 からの信号、インジェクタ 6 に供給される燃料の圧力を検出する燃圧センサ 2 4 からの信号、エンジン本体 2 内の冷却水の温度を検出する水温センサ 2 5 からの信号、三元触媒 1 6 の上流側に設けられ、燃焼室 4 から排出される排ガス中の残存酸素濃度から燃焼室 4 に供給されている混合気の空燃比が理論空燃比よりリッチかリーンかを検出する O₂ センサでなる第 1 空燃比センサ 2 6 からの信号、三元触媒 1 6 と NO_x 触媒 1 7 との間に設けられ、NO_x 触媒 1 7 に流入する直前の排ガス温度を検出する排気温センサ 2 7 からの信号、NO_x 触媒 1 7 の下流側に設けられ、NO_x 触媒 1 7 を通過した排ガス中の残存酸素濃度を検出する O₂ センサでなる第 2 空燃比センサ 2 8 からの信号、エンジン 1 の回転数を検出するエンジン回転センサ 2 9 からの信号、アクセルペダル（図示せず）の踏み込み量を検出するアクセル開度センサ 3 0 からの信号、吸気の温度を検出する吸気温センサ 3 1 からの信号、及び、大気圧を検出する大気圧センサ 3 2 からの信号等を入力する。

【 0 0 3 1 】

コントロールユニット 2 0 は、上記の各種の信号から判断されるエンジン 1 の運転状態等に基づいて、スロットルバルブ 1 3 を駆動するアクチュエータ 3 3、排気還流量調節弁 1 9、インジェクタ 6、スワール生成弁 1 5 を駆動するアクチュエータ 3 4、及び、点火プラグ 5 を点火させる点火回路 3 5 等に制御信号を出力することにより、スロットル開度制御、排ガス還流制御、燃料噴射量制御、燃料噴射時期制御、スワール生成制御、点火時期制御等のほか、NO_x 触媒 1 7 からの NO_x 放出制御、同じく NO_x 触媒 1 7 からのイオウ放出制御等を総合的に行う。

〔空燃比マップ〕

図 2 はエンジン 1 の空燃比マップである。このマップでは、エンジン回転数とエンジン負荷とをパラメータとするエンジンの運転領域が、リーン運転領域 A と、リッチ運転領域 B 1 と、理論空燃比運転領域 B 2 と、燃料カット領域 C とに分割されている。NO_x 放出制御では、リーン運転領域 A と理論空燃比運転領域 B 2 との間の境界 L が変更される。図 2 に示したマップは、NO_x 放出制御が実質的に実行されていない通常時のマップである。

【0032】

リーン運転領域Aは、最も運転頻度の高い低回転～中回転側、且つ低負荷～中負荷側に設定されている。この領域Aでは空燃比が理論空燃比より大きくされる ($\lambda > 1$)。この領域Aでのリーン運転時は、燃料を圧縮行程中に噴射し（後期噴射）、燃料を点火プラグ5の近傍に偏在させて成層燃焼させる。リーン運転時は、排ガス中のNO_xがNO_x触媒17に吸蔵されて燃費性能と排気性能とが共に向上する。

【0033】

リッチ運転領域B1は、高速運転時や加速時等の運転領域である高回転側、且つ高負荷側に設定されている。この領域Bでは空燃比が理論空燃比より小さくされる ($\lambda < 1$)。この領域Bでのリッチ運転時は、燃料を吸気行程中に噴射し（前期噴射）、燃料を燃焼室4内で十分に気化霧化させる。リッチ運転時は、NO_x触媒17に吸蔵されていたNO_xとCO、HCとが酸化還元反応して良好なトルクが得られると共に排気性能が向上する。

【0034】

理論空燃比運転領域B2は、リーン運転領域Aとリッチ運転領域B1との間に設定されている。この領域Cでは空燃比が理論空燃比とされる ($\lambda = 1$)。この領域Cでの理論空燃比運転時は、リッチ運転時と同様に燃料を吸気行程中に噴射し（前記噴射）、燃料を燃焼室4内で十分に気化霧化させる。理論空燃比運転時は、排ガス中のCO、HC、NO_xが三元触媒16によって同時に浄化される。

【0035】

燃料カット領域Cは、中回転～高回転側、且つ低負荷側に設定されている。この領域Cでは燃焼室4内への燃料噴射が停止される。

[NO_x放出制御]

NO_x放出制御は、基本的に、リーン運転領域Aでのリーン運転の継続に伴ってNO_x触媒17のNO_x吸蔵量が増加したときに、排ガスの空燃比を少なくともリーン運転時の空燃比よりもリッチ化する（例えば理論空燃比とする。あるいはそれ以上にリッチとする）ことによって、吸蔵NO_xを酸素と窒素とに分解放出させて触媒17の吸蔵能力を回復させるものである。

【 0 0 3 6 】

この場合、 NO_x 吸蔵量が所定量以上となったときは、そのときの運転状態に拘らず、直ちに空燃比を所定時間リッチ化し、吸蔵 NO_x のすべてを放出するようにしてもよい。この方法は、例えば、前述の空燃比マップにおいて、全運転領域を所定時間だけリッチ運転領域 B 1 又は理論空燃比運転領域 B 2（以下これら二つの領域 B 1, B 2 を合わせて「リッチ化領域 B」という）とすることにより達成される。

【 0 0 3 7 】

これに対し、本実施の形態では、 NO_x 放出制御は、 NO_x 吸蔵量が増加するに従ってリーン運転領域 A を縮小し、リッチ化領域 B を拡大することにより、これを達成する。すなわち、運転状態がリーン運転領域 A にある場合は、 NO_x 吸蔵量が多くなるほど NO_x 放出処理が開始される可能性が高くなり、逆に NO_x 吸蔵量が少なくなるほど NO_x 放出処理が開始される可能性が低くなる。また、運転状態がリッチ化領域 B にある場合は、 NO_x 吸蔵量が多くなるほど NO_x 放出処理が終了される可能性が低くなり、逆に NO_x 吸蔵量が少なくなるほど NO_x 放出処理が終了される可能性が高くなる。

【 0 0 3 8 】

図 3 を参照して具体的に説明する。例えば、運転状態が符号 X 1 で示す状態に維持されているとする。この運転状態 X 1 は、図 2 に示した通常時の空燃比マップにおいてリーン運転領域 A にある。図 3 では、通常時の空燃比マップにおけるリーン運転領域 A とリッチ化領域 B との境界を実線 L 1 で示す。

【 0 0 3 9 】

NO_x 吸蔵量が増加すると、リーン運転領域 A とリッチ化領域 B との境界が破線 L 2 のように低負荷側にも低回転側にもシフトされる。これにより、リーン運転領域 A が縮小し、リッチ化領域 B が拡大する。ただし、図例においては、運転状態 X 1 は依然としてリーン運転領域 A にあるから NO_x 放出処理はまだ開始されない。

【 0 0 4 0 】

NO_x 吸蔵量がさらに増加すると、リーン運転領域 A とリッチ化領域 B との境

界が点線 L 3 のようにさらに低負荷側にも低回転側にもシフトされる。これにより、リーン運転領域 A がさらに縮小し、リッチ化領域 B がさらに拡大する。そして、図例においては、運転状態 X 1 がリッチ化領域 B に属するようになって NOx 放出処理が開始される。

【 0 0 4 1 】

NOx 放出処理が開始されると、空燃比のリッチ化によって触媒 1 7 から放出される NOx 成分量の推定、ひいては残存 NOx 吸蔵量の推定が行なわれる。そして、残存 NOx 吸蔵量がゼロになると、つまり NOx 放出処理によって放出された NOx 量が NOx 放出処理開始時の NOx 吸蔵量に到達すると、リーン運転領域 A とリッチ化領域 B との境界が実線 L 1 で示す通常時の位置に戻される。これにより、運転状態 X 1 が再びリーン運転領域 A に属するようになって NOx 放出処理が終了される。

【 0 0 4 2 】

このように、空燃比マップにおけるリーン運転領域 A を徐々に縮小し、リッチ化領域 B を徐々に拡大する方法は、全運転領域を一気にリッチ化領域 B とする方法に比べて燃費性能に優れるものである。

【 0 0 4 3 】

以上の典型的な NOx 放出制御が行なわれた場合のタイムチャートを図 4 に示す。NOx 吸蔵量は、リーン運転時に増加している期間中は積算 NOx 吸蔵量 (Q_{nf}) と表現され、符号アで示すリッチ化期間中 (NOx 放出処理期間中) は残存 NOx 吸蔵量 (Q_{nh}) と表現される。NOx 放出処理は、時刻 t_0 から t_1 の間行なわれる。この例では、積算 NOx 吸蔵量 (Q_{nf}) が「a」まで増加したときにリッチ化領域 B が境界 L 3 まで拡大されることが示されている。そして、その L 3 まで拡大されたリッチ化領域 B によって NOx 放出処理が達成される。

【 0 0 4 4 】

なお、符号イで示したリッチ化は、NOx 放出制御によるリッチ化ではなく、例えば運転者のアクセル操作によるリッチ化である。すなわち、図 3 において、運転者が加速を希望し、アクセルペダルを踏み込んで、運転状態が X 1 から X 2

に移行したときは、運転状態 X 2 は、L 1 で示した通常時のリッチ化領域 B に属するから、積算 NOx 吸蔵量 (Q_{nf}) が「a」まで増加する前であっても、通常時 L 1 のリッチ化領域 B によって NOx が放出されることが示されている。

【0045】

ここで、図 3 に示したように、リーン運転領域 A とリッチ化領域 B との境界 L は、エンジン負荷と、エンジン回転数とに対して、同程度にはシフトされない。境界 L は、エンジン負荷に対しては小さい度合いでシフトされ、エンジン回転数に対しては大きい度合いでシフトされる。その結果、リーン運転領域 A は、エンジン負荷に対しては縮小される度合いが小さく、エンジン回転数に対しては縮小される度合いが大きい。また、リッチ化領域 B は、エンジン負荷に対しては拡大される度合いが小さく、エンジン回転数に対しては拡大される度合いが大きい。

【0046】

NOx 放出処理が行なわれる機会を大きくするために、リーン運転領域 A を縮小し、リッチ化領域 B を拡大するのであれば、他にも、例えば、エンジン負荷とエンジン回転数とに対して同じような度合いで境界 L をシフトしてもよいし、逆に、エンジン負荷に対するシフトの度合いをエンジン回転数に対するシフトの度合いよりも大きくすることもできる。

【0047】

しかし、本実施の形態においては、境界 L をエンジン負荷よりもエンジン回転数において優先的に変化させている。その結果、高回転領域がリーン運転領域 A でなくリッチ化領域 B とされる割合が大きくなっている。これは、高回転領域ほど排ガス温度が高く、そして、排ガス温度が高くなって NOx 触媒 17 の温度が高くなると、該触媒 17 のリーン運転時における浄化機能が低下するからである。すなわち、リーン運転領域 A としておくと触媒 17 の浄化機能が低下する高回転領域を高い頻度でリッチ化領域 B とすることによって、かかる不具合が抑制されて好ましい結果が得られるからである。

【0048】

例えば、後述するように、排ガス温度が高くなって NOx 触媒 17 の温度が高くなると、リーン状態で触媒 17 が選択還元する NOx 成分の選択還元浄化率 α

が低下する（図 1 7 参照）。また、リーン状態で触媒 1 7 が単位時間あたりに吸蔵することのできる NO_x 吸蔵可能量（ Q_{nd} ）、すなわち NO_x 吸蔵速度が低下する（図 2 0 参照）。

【 0 0 4 9 】

したがって、境界 L のエンジン負荷を変化させずに、エンジン回転数だけを低回転側にシフトするようにしてもよい。さらには、エンジン回転数を低回転側にシフトし、その結果、リーン運転領域 A が縮小する限りは、エンジン負荷の値は問題とならず、増加してもよい。

【 0 0 5 0 】

リーン運転領域 A とリッチ化領域 B との境界 L は、好ましくは、 NO_x 吸蔵量と排ガス温度とに基いて決定される。例えば、図 5 に示すマップに従って、積算 NO_x 吸蔵量（ Q_{nf} ）が多くなるほど、リーン運転領域 A が縮小されると共にリッチ化領域 B が拡大される。且つ、排ガス温度（ T_{mp} ）が高くなるほど、リーン運転領域 A が縮小されると共にリッチ化領域 B が拡大される。その理由は、上記と同様に、排ガス温度が高くなって NO_x 触媒 1 7 の温度が高くなるほど、リーン状態における触媒 1 7 の浄化機能が低下するから、排ガス温度が高い場合は、かかる不具合を抑制するために、リーン運転領域 A を縮小するのである。

【 0 0 5 1 】

これにより、例えば運転状態が高回転領域にある場合、又は排ガス温度が高い場合は、早いタイミングで NO_x 放出処理のための空燃比のリッチ化が行なわれることになる。逆に、例えば運転状態が低回転領域にある場合、又は排ガス温度が低い場合は、遅いタイミングで NO_x 放出処理のための空燃比のリッチ化が行なわれることになる。その場合に、運転状態が比較的長時間継続して同じ回転領域にあり、あるいは排ガス温度が比較的長時間継続して同じ温度である場合には、 NO_x 触媒 1 7 の温度が同温度に安定していることが明らかであるから、 NO_x 触媒 1 7 の温度としては、排気温センサ 2 7 で検出された排ガス温度 T_{mp} を代用することができるが、運転状態がそれほど長時間継続して同じ回転領域になく、あるいは排ガス温度がそれほど長時間継続して同じ温度にない場合には、 NO_x 触媒 1 7 の温度が同温度に安定しているとは限らないから、 NO_x 触媒 1 7

の温度としては、排ガス温度 T_{mp} から推定した温度を用いることが好ましい。

【0052】

図4に示した NO_x 放出制御は、運転状態がX1に維持されている典型的な例であったが、運転者のアクセル戻し操作や登坂勾配等により減速が起こり、その結果、 NO_x 放出処理中に、図3に符号X3で示すように、運転状態X1がリッチ化領域Bからリーン運転領域Aに逸脱することがある。また、運転者の急激なアクセル戻し操作により、 NO_x 放出処理中に、図3に符号X4で示すように、運転状態X1がリッチ化領域Bから NO_x 放出処理非実行領域Dに逸脱することがある。前者の場合のタイムチャートを図6に、後者の場合のタイムチャートを図7及び図8に示す。

【0053】

前者の場合は、原則的には、運転状態X3がリーン運転領域Aに属するから NO_x 放出処理は中断される。しかし、本実施の形態では、運転状態がリッチ化領域Bから逸脱した時点での残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) に応じて対処が異なる。

【0054】

すなわち、図6に点線ウで示したように、時刻 t_2 において運転状態がリッチ化領域Bから逸脱し、 NO_x 放出処理が中断されると、積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) がその時刻 t_2 から点線エで示したように再び増加する。もちろん、積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) が「a」を越えてさらに増加したときには、境界L3よりも低負荷側且つ低回転側の次の境界L4が設定されて、その時点から、そのL4まで拡大されたリッチ化領域Bによって NO_x 放出処理が再開される。しかし、それまでの間は、 NO_x 放出処理に空白時間が生じ、効率がよくないばかりでなく、 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) がまだ多く残っている状態でリーン運転されるから、触媒17の浄化性能の面でも好ましくない。

【0055】

そこで、運転状態がリッチ化領域Bから逸脱した時点での残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) が所定量「b」以上のときは、 NO_x 放出処理を中断せずに続行する。そのためには、例えば、運転状態X3がリッチ化領域Bに含まれるように、境界Lを直ちに設定し直す。これにより、図6に符号オで示したように、空燃比のり

リッチ化が維持される。図例では、時刻 t_2 以降においては、 L_4 まで拡大されたリッチ化領域 B によって NO_x 放出処理が空白時間なく引き続き行なわれることが示されている。 NO_x 放出処理が効率よく完遂され、触媒浄化性能の面でも好ましい結果が得られる。

【 0 0 5 6 】

これに対し、運転状態がリッチ化領域 B から逸脱した時点での残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) が所定量「 b 」以下のときは、 NO_x 放出処理をそのまま中断する。 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) がすでに少ない状態であるから、触媒 17 の浄化性能が回復しており、リーン運転を実行しても不具合が少ない。それ以上に、リーン運転することにより、良好な燃費性能が担保されるメリットが大きい。このとき、リーン運転領域 A とリッチ化領域 B との境界は、例えばその残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) に応じて、 L_2 の位置、あるいは L_1 の通常時の位置まで戻されているであろう。

【 0 0 5 7 】

後者の場合は、運転状態 X_4 が NO_x 放出処理非実行領域 D に属するから NO_x 放出処理は無条件に中断される。しかし、その後、運転状態 X_4 が、図 3 に符号 X_5 で示すように、再度リッチ化領域 B に抜け出たときはともかくとして、符号 X_6 で示すように、リーン運転領域 A に抜け出たときに、残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) に応じて対処が異なる。

【 0 0 5 8 】

NO_x 放出処理非実行領域 D は、燃料カット領域 C と、該領域 C よりも低回転側の領域とを合わせた領域である。この領域 D 内では燃料の供給量が極めて少ないため積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) はほとんど増加しない。この領域 D で空燃比をリッチ化することは困難であり、リッチ化を行なうと未燃成分が多く残り、エンジン 1 の運転状態が不安定になる。

【 0 0 5 9 】

図 7 に符号 Δ で示したように、時刻 t_3 において運転状態が NO_x 放出処理非実行領域 D に移行し、 NO_x 放出処理が中断されると、積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) はほとんどそのままの量で推移する。この間、境界 L は、例えば時刻 t_3 に

おけるNOx残存量(Q_{nh})に応じて、そのままL3に維持されるか、あるいはL2に戻される。

【0060】

そして、符号キで示したように、時刻 t_4 において運転状態が再びリッチ化領域Bに移行すると、NOx放出処理が再開される。図例では、時刻 t_4 以降においても、境界L3で画成されるリッチ化領域BによってNOx放出処理が再開されることが示されている。このように、非実行領域Dによる中断の後、運転状態がリッチ化領域Bに移行したときは、NOx残存量(Q_{nh})に拘らず、NOx放出処理の続きが行なわれる。

【0061】

しかし、非実行領域Dによる中断の後、運転状態がリーン運転領域Aに移行したときは問題となる。すなわち、図8に点線ケで示したように、時刻 t_4 において運転状態がリーン運転領域Aに移行すると、積算NOx吸蔵量(Q_{nf})がその時刻 t_4 から点線ケで示したように再び増加する。もちろん、積算NOx吸蔵量(Q_{nf})が「a」を越えてさらに増加したときには、境界L3よりも低負荷側且つ低回転側の次の境界L4が設定されて、その時点から、そのL4まで拡大されたリッチ化領域BによってNOx放出処理が再開される。しかし、それまでの間は、NOx放出処理にさらに空白時間が生じ、効率がよくないばかりでなく、NOx吸蔵量(Q_{nf})がまだ多く残っている状態でリーン運転されるから、触媒17の浄化性能の面でも好ましくない。

【0062】

そこで、運転状態がリーン運転領域Aに移行した時点での積算NOx吸蔵量(Q_{nf})が所定量「c」以上のときは、NOx放出処理を直ちに再開する。そのためには、例えば、図3に示す運転状態X6がリッチ化領域Bに含まれるように、境界Lを直ちに設定し直す。これにより、図8に符号コで示したように、空燃比がリッチ化される。図例では、時刻 t_4 以降においては、L4まで拡大されたリッチ化領域BによってNOx放出処理が再開されることが示されている。NOx放出処理が効率よく完遂され、触媒浄化性能の面でも好ましい結果が得られる。

【0063】

これに対し、運転状態がリーン運転領域Aに移行した時点での積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})が所定量「c」以下のときは、 NO_x 放出処理は再開しない。 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})がすでに少ない状態であるから、触媒17の浄化性能が回復しており、そのままリーン運転を実行しても不具合が少ない。それ以上に、リーン運転することにより、良好な燃費性能が担保されるメリットが大きい。このとき、リーン運転領域Aとリッチ化領域Bとの境界は、例えばその積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})に応じて、L2の位置、あるいはL1の通常時の位置まで戻されているであろう。

【0064】

図9に示すように、リーン運転時は、時間の経過と伴に、 NO_x 触媒17が単位時間あたりに吸蔵することのできる NO_x 吸蔵可能量(Q_{nd})が減少し、吸蔵できずに通過させてしまう NO_x 通過量(Q_{nx})が増加する。燃焼室4…4から最初に排気通路10に排出される排ガス中の NO_x 量を NO_x 初期排出量(Q_{na})とする。 NO_x 触媒17は選択還元型であって、リーン時にもある程度の量の NO_x 成分を還元浄化する。その浄化率を「 α 」、浄化量を「 Q_{α} 」とすると、触媒17に供給される NO_x 供給量(Q_{nc})は、 NO_x 初期排出量(Q_{na})から NO_x 浄化量(Q_{α})を差し引いた値となる。そして、その NO_x 供給量(Q_{nc})から NO_x 吸蔵可能量(Q_{nd})を差し引いた残りの値が NO_x 通過量(Q_{nx})となる。

【0065】

図9に符号d、eで示す曲線は NO_x 通過量(Q_{nx})の時間変化を表わす曲線である。符号dは排ガス温度(T_{mp})が低い場合、符号eは高い場合である。積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})は、その時点までの曲線d、eと、供給量(Q_{nc})とで囲まれた面積で表わされる。図9では、排ガス温度が低い場合(d)を例にとり、斜線部分で示してある。

【0066】

排ガス温度が低い場合(d)のほうが、高い場合(e)に比べて、瞬時 NO_x 吸蔵可能量(Q_{nd})が長期に亘って多く、したがって NO_x 通過量(Q_{nx})

が長期に亘って少ない。つまり、 NO_x 触媒17の浄化能力が長期に亘って高水準に保たれる。同時に、排ガス温度が低い場合(d)のほうが、高い場合(e)に比べて、積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})が早期に大きくなる。しかし、触媒17の浄化能力は高い。したがって、積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})だけで NO_x 放出処理の開始を判断すると、浄化能力の高い触媒17に対しては早々と NO_x 放出処理を実行する一方、浄化能力の低い触媒17に対してはなかなか NO_x 放出処理を実行しないことになって不合理である。

【0067】

そこで、積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})が所定量以上となったときだけでなく、そのような判定条件とは無関係に、瞬時 NO_x 吸蔵可能量(Q_{nd})が所定量以下に少なくなり、 NO_x 通過量(Q_{nx})が所定量以上に多くなったときにも NO_x 放出処理を開始することが好ましい。これにより、 NO_x 触媒17を通過して大気に放出される NO_x 量の増加を確実にくいとめることができる。

【0068】

また、瞬時 NO_x 吸蔵可能量(Q_{nd})は、積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})が多くなるほど小さくなる。すなわち、積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})は、それ自身の値が大きくなるほど、時間当たりの増加量が小さくなる。したがって、この傾向を考慮に入れて、積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})の推定を行なうことにより、その推定精度の向上が図られる。

【0069】

図10は、積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})の変化に対する瞬時 NO_x 吸蔵可能量(Q_{nd})の変化を示したものである。前述したように、瞬時 NO_x 吸蔵可能量(Q_{nd})は、積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})が増大するに従って小さくなる。ここで重要なことは、瞬時 NO_x 吸蔵可能量(Q_{nd})が常に瞬時 NO_x 吸蔵量(Q_{ne})ではないということである。積算 NO_x 吸蔵量(Q_{nf})は、実質的に、瞬時 NO_x 吸蔵量(Q_{ne})が積算された値である。

【0070】

符号サで示すように、瞬時 NO_x 吸蔵可能量(Q_{nd})が、瞬時 NO_x 供給量(Q_{nc})より大きいときは、 NO_x 触媒17には、瞬時 NO_x 供給量(Q_{nc})

）が全量吸蔵されるから、瞬時NOx吸蔵量（ Q_{ne} ）の値としては、瞬時NOx供給量（ Q_{nc} ）が採用される。これとは逆に、符号シで示すように、瞬時NOx供給量（ Q_{nc} ）が、瞬時NOx吸蔵可能量（ Q_{nd} ）より大きいときは、NOx触媒17には、瞬時NOx供給量（ Q_{nc} ）が全量吸蔵されず、一部を通過させてしまうから、瞬時NOx吸蔵量（ Q_{ne} ）の値としては、瞬時NOx吸蔵可能量（ Q_{nd} ）が採用される。

【0071】

したがって、瞬時NOx供給量（ Q_{nc} ）と、瞬時NOx吸蔵可能量（ Q_{nd} ）とを比較して、小さいほうの値を瞬時NOx吸蔵量（ Q_{ne} ）とすることにより、該瞬時NOx吸蔵量（ Q_{ne} ）が合理的に推定され、ひいては、積算NOx吸蔵量（ Q_{nf} ）の推定精度が改善されることになる。そして、瞬時NOx吸蔵可能量（ Q_{nd} ）が瞬時NOx吸蔵量（ Q_{ne} ）の値に採用されたときには、積算NOx吸蔵量（ Q_{nf} ）が多くなるほど瞬時NOx吸蔵量（ Q_{ne} ）が小さくなることになる。

【0072】

加えて、瞬時NOx吸蔵可能量（ Q_{nd} ）は、積算NOx吸蔵量（ Q_{nf} ）に応じて補正される他、排ガス温度ひいては触媒17の温度や、NOx供給量（ Q_{nc} ）に応じても補正される。また、NOx供給量（ Q_{nc} ）は、前述したように、燃焼室4…4から最初に排気通路10に排出されるNOx初期排出量（ Q_{na} ）がそのまま採用されるのではなく、該初期排出量（ Q_{na} ）から、触媒17がNOx成分を吸蔵する以前に選択的に還元浄化してしまう量（ Q_{α} ）を差し引いた値が採用される。

【0073】

したがって、これらの瞬時NOx吸蔵可能量（ Q_{nd} ）及び瞬時NOx供給量（ Q_{nc} ）が精度よく設定され、その結果、瞬時NOx吸蔵量（ Q_{ne} ）が精度よく推定され、ひいては、積算NOx吸蔵量（ Q_{nf} ）の推定精度が改善されることになる。

【0074】

以下、以上述べたようなNOx放出制御を実現する具体的動作の一例をフロー

チャートに従って説明する。まず、図 1 1 を参照して、各種信号の流れを概観すると、エンジン回転センサ 2 9 で検出されたエンジン回転数と、スロットル開度センサ 2 1 で検出されたエンジン負荷とに基いて、瞬時 NOx 初期排出量設定手段により、瞬時 NOx 初期排出量 (Q_{na}) が設定される。次いで、この初期排出量 (Q_{na}) から求められる瞬時 NOx 初期排出濃度 (Q_{nb}) と、排気温度センサ 2 7 で検出された排ガス温度 (T_{mp}) とに基いて、瞬時 NOx 浄化量設定手段により、瞬時 NOx 浄化量 (Q_{α}) が設定される。さらに、この NOx 浄化量 (Q_{α}) と、初期排出量 (Q_{na}) とに基いて、瞬時 NOx 供給量設定手段により、瞬時 NOx 供給量 (Q_{nc}) が設定される。そして、この NOx 供給量 (Q_{nc}) と、排ガス温度 (T_{mp}) と、瞬時 NOx 吸蔵量補正手段によって与えられる積算 NOx 吸蔵量 (Q_{nf}) とに基いて、瞬時 NOx 吸蔵可能量設定手段により、瞬時 NOx 吸蔵可能量 (Q_{nd}) が設定される。

【 0 0 7 5 】

瞬時 NOx 吸蔵量推定手段は、 NOx 吸蔵可能量 (Q_{nd}) と NOx 供給量 (Q_{nc}) とを比較して小さいほうの値を瞬時 NOx 吸蔵量 (Q_{ne}) とする。そして、積算 NOx 吸蔵量推定手段は、瞬時 NOx 吸蔵量 (Q_{ne}) を積算して得られた値を積算 NOx 吸蔵量 (Q_{nf}) とする。一方、 NOx 供給量 (Q_{nc}) と、 NOx 吸蔵可能量 (Q_{nd}) とに基いて、 NOx 通過量設定手段により、瞬時 NOx 通過量 (Q_{nx}) が設定される。 NOx 放出手段は、積算 NOx 吸蔵量 (Q_{nf}) が所定量以上となったとき、又は、瞬時 NOx 通過量 (Q_{nx}) が所定量以上となったときのいずれかに、空燃比マップにおけるリーン運転領域 A とリッチ化領域 B との境界 L を少なくとも低回転側にシフトさせて NOx 放出処理を実行する。

【 0 0 7 6 】

図 1 2 ～ 図 1 6 に示す NOx 放出制御のプログラムは基本的にエンジン 1 の運転中継続して所定周期で繰り返し実行される。フローチャートはリーン運転状態でスタートし、まず、図 1 2 のステップ S 1 で、各種信号を読み込んだうえで、ステップ S 2 で、積算 NOx 吸蔵量 (Q_{nf}) を推定する。すなわち、図 1 5 のステップ S 3 1 で、エンジン回転数及びエンジン負荷から NOx 初期排出量 (Q

Q_{na}) を設定する。 NO_x 初期排出量 (Q_{na}) は、エンジン回転数が高いほど、またエンジン負荷が大きいほど大きい値に設定される。

【0077】

次いで、ステップ S32 で、排ガス温度 (T_{mp}) 及び NO_x 初期排出濃度 (Q_{nb}) から選択還元浄化率 α を設定する。選択還元浄化率 α は、図 17 に示すように、排ガス温度 (T_{mp}) が高いほど小さい値に設定され、図 18 に示すように、 NO_x 初期排出濃度 (Q_{nb}) が高いほど大きい値に設定される。

【0078】

なお、図 17 においては、選択還元浄化率 α は、ある排ガス温度 (T_{mpa}) をピークに、該温度 (T_{mpa}) から高くなっても、また低くなっても小さくなるように表わされている。ここで、上記温度 (T_{mpa}) より低い温度は、エンジン始動直後等においてのみ実現する温度であって、通常のエンジン 1 の運転期間中は、排ガス温度は上記温度 (T_{mpa}) より高い。したがって、エンジン 1 の通常の運転期間中は、実質的な意味において、排ガス温度 (T_{mp}) が高いほど選択還元浄化率 α が小さくなるといえる。このことは、後述する図 20 についても同じである。

【0079】

次いで、ステップ S33 で、 NO_x 初期排出量 (Q_{na}) 及び選択還元浄化率 α から NO_x 供給量 (Q_{nc}) を設定する。 NO_x 供給量 (Q_{nc}) は、例えば数 1 に従って求められる。

【0080】

【数 1】

$$Q_{nc} = Q_{na} \times (1 - \alpha)$$

【0081】

ここで、($Q_{na} \times \alpha$) が選択還元浄化量 (Q_{α}) である。

【0082】

次いで、ステップ S34 で、積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf})、排ガス温度 (T_{mp}) 及び NO_x 供給量 (Q_{nc}) から NO_x 吸蔵可能量 (Q_{nd}) を設定する。 NO_x 吸蔵可能量 (Q_{nd}) は、図 19 に示すように、積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf})

f) が多いほど小さい値に設定され、図 20 に示すように、排ガス温度 (T_{mp}) が高いほど小さい値に設定され、図 21 に示すように、 NO_x 供給量 (Q_{nc}) が多いほど大きい値に設定される。

【0083】

次いで、ステップ S35 で、 NO_x 供給量 (Q_{nc}) と NO_x 吸蔵可能量 (Q_{nd}) とのうち小さいほうの値を NO_x 吸蔵量の今回値、すなわち瞬時 NO_x 吸蔵量 (Q_{ne}) とする。そして、ステップ S36 で、この瞬時 NO_x 吸蔵量 (Q_{ne}) を積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) に加算することにより、積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) を更新し、積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) の今回値を得る。

【0084】

メインフローに戻り、図 12 のステップ S3 で、積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) 及び排ガス温度 (T_{mp}) に基いて、空燃比マップにおけるリーン運転領域 A とリッチ化領域 B との境界 L を設定する。すなわち、リーン運転領域 A の縮小、及びリッチ化領域 B の拡大が行なわれる。このとき、前述した図 5 に示すマップが用いられる。

【0085】

次いで、ステップ S4 で、 NO_x 通過量 (Q_{nx}) を設定する。 NO_x 通過量 (Q_{nx}) は、数 2 に従って、 NO_x 供給量 (Q_{nc}) から NO_x 吸蔵可能量 (Q_{nd}) を減算することにより求められる。

【0086】

【数 2】

$$Q_{nx} = Q_{nc} - Q_{nd}$$

【0087】

次いで、ステップ S5 で、運転領域を判定する。その結果、現在の運転状態がステップ S3 で設定したリッチ化領域 B に属するときはステップ S6 に進み、リーン運転領域 A に属するときはステップ S7 に進み、 NO_x 放出処理非実行領域 D に属するときはリターンする。ステップ S6 では、空燃比をリッチ化することにより NO_x 放出処理を開始する。

【0088】

ステップS7では、 NO_x 通過量 (Q_{nx}) が所定量 (Q_{n1}) より大きいかな否かを判定する。その結果、NOのときは、ステップS1に戻る。YESのときは、ステップS8で、現在の運転状態がリッチ化領域Bに属するように領域A、B間の境界Lを設定し直す。すなわち、リーン運転領域Aをさらに縮小し、リッチ化領域Bをさらに拡大する。そして、空燃比をリッチ化して NO_x 放出処理を開始する。これにより、積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) が所定量以上となっていなくても、瞬時 NO_x 通過量 (Q_{nx}) が所定量 (Q_{n1}) 以上に多いときは NO_x 放出処理が開始されることになる。

【0089】

次いで、図13のステップS9で、残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) を推定する。すなわち、図16のステップS41で、空燃比、排ガス流量、残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) 及び排ガス温度 (T_{mp}) から、 NO_x 放出量の今回値、すなわち瞬時 NO_x 放出量 (Q_{ng}) を設定する。

【0090】

瞬時 NO_x 放出量 (Q_{ng}) は、図22に示すように、空燃比がリッチになる(小さくなる)ほど大きい値に設定され、図23に示すように、排ガス流量 (T_{mp}) が多いほど大きい値に設定され、図24に示すように、残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) が多いほど大きい値に設定され、図25に示すように、排ガス温度 (T_{mp}) が高いほど大きい値に設定される。

【0091】

そして、ステップS42で、この瞬時 NO_x 放出量 (Q_{ng}) を残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) から減算することにより、残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) を更新し、残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) の今回値を得る。

【0092】

メインフローに戻り、図13のステップS10で、残存 NO_x 吸蔵量 (Q_{nh}) がゼロかな否かを判定する。その結果、ゼロのときは、ステップS11で、 NO_x 放出処理を終了する。つまり、空燃比のリッチ化を終了し、リーン運転に戻る。次いで、ステップS12で、領域境界Lをリセットする。つまり、縮小したリーン運転領域Aを拡大し、拡大したリッチ化領域Bを縮小して、図2に示すよう

な元の通常時の空燃比マップに戻す。そしてリターンする。

【0093】

残存NOx吸蔵量 (Q_{nh}) がゼロになるまでは、ステップS13で、運転状態がリッチ化領域Bにあることを確認しつつ、ステップS9で、残存NOx吸蔵量 (Q_{nh}) を更新していく。このステップS9、S10、S13のループを繰り返し、ステップS10からS11、S12と抜け出てリターンした場合が、図4に符号アで示した典型的なNOx放出制御が行なわれた場合である。

【0094】

一方、ステップS9、S10、S13のループを繰り返している途中で、すなわちNOx放出処理の実行中に、ステップS13で、運転状態がリッチ化領域Bから逸脱したと判定された場合は、ステップS14で、リーン運転領域Aに逸脱したのか、又はNOx放出処理非実行領域Dに逸脱したのかを判定する。そして、リーン運転領域Aに逸脱した場合はステップS15に進み、非実行領域Dに逸脱した場合は図14のステップS18に進む。

【0095】

ステップS15では、残存NOx吸蔵量 (Q_{nh}) が所定量「b」以下か否かを判定する。その結果、YESのときは、ステップS16で、NOx放出処理を中断する。つまり、空燃比のリッチ化を中断し、いったんリーン運転に戻す。そしてリターンする。

【0096】

この場合は、残存NOx吸蔵量 (Q_{nh}) が少なくなっている、ゼロにはなっていないから、次にステップS2で積算NOx吸蔵量 (Q_{nf}) を推定するときは、上記の残存NOx吸蔵量 ($0 < Q_{nh} < b$) から始める。その結果、次にステップS3で領域境界Lを設定したときには、L1の通常時の位置ではなく、例えばL2等のややリッチ化領域Bが拡大した位置が設定される可能性がある。したがって、残存NOx吸蔵量 (Q_{nh}) がゼロになってリターンするときのように、ステップS12での領域境界Lのリセットは行なわない。このステップS13からS14、S15、S16と抜け出てリターンした場合が、図6に示したリーン運転領域Aへの逸脱時における残存NOx吸蔵量 (Q_{nh}) が所定量「b

」以下であったときの対処である。

【0097】

これに対し、ステップS15でNOのときは、ステップS17で、運転状態がリッチ化領域Bに属するように領域A、B間の境界Lを設定し直す。すなわち、リーン運転領域Aをさらに縮小し、リッチ化領域Bをさらに拡大する。そして、空燃比をリッチ化してNOx放出処理を続行する。つまり、ステップS9、S10、S13のループに戻る。これにより、NOx放出処理が空白時間なく引き続き行なわれることになる。このステップS13からS14、S15、S17と抜け出てステップS9に戻った場合が、図6に符号オで示したリーン運転領域Aへの逸脱時(t2)における残存NOx吸蔵量(Qnh)が所定量「b」以上であったときの対処である。

【0098】

さらに、ステップS14で非実行領域Dに逸脱したと判定された場合は、図14のステップS18で、NOx放出処理を中断する。つまり、無条件で、空燃比のリッチ化を中断し、いったんリーン運転に戻す。そのうえで、ステップS19で、ステップS2と同様にして積算NOx吸蔵量(Qnf)を推定し、また、ステップS20で、ステップS3と同様にして領域A、B間の境界Lを設定する。ただし、この場合は、運転状態がNOx放出処理非実行領域Dに属するので、積算NOx吸蔵量(Qnf)の増加はほとんど見られず、したがってNOx放出処理中断時点での領域境界Lがそのまま維持される可能性が高い。これらのステップS19、20を、ステップS21で、運転状態が非実行領域Dから逸脱したと判断されるまで繰り返す。

【0099】

運転状態が非実行領域Dから逸脱したときは、ステップS22で、積算NOx吸蔵量(Qnf)が所定量「c」以下か否かを判定する。その結果、YESのときは、そのままリターンする。つまり、運転状態が非実行領域Dからリーン運転領域Aに逸脱したのか、又はリッチ化領域Bに逸脱したのかに拘らず、一律に、NOx放出処理を中断したまま、ステップS1に戻る。状況としては、前述のリッチ化領域Bからリーン運転領域Aへの逸脱時における残存NOx吸蔵量(Qn

h) が所定量「b」以下であったときの状況（ステップS13からS14、S15、S16と抜け出てリターンする場合）に類似する。このステップS18からS21、S22と抜け出てリターンした場合が、NO_x放出処理非実行領域Dからの逸脱時における積算NO_x吸蔵量（Q_{nf}）が所定量「c」以下であったときの対処である。

【0100】

一方、ステップS22でNOのときは、ステップS23で、運転状態が非実行領域Dからリーン運転領域Aに逸脱したのか、又はリッチ化領域Bに逸脱したのかを判定する。そして、リッチ化領域Bに逸脱した場合はステップS24に進み、リーン運転領域Aに逸脱した場合はステップS25に進む。

【0101】

ステップS24では、NO_x放出処理を再開する。つまり、空燃比のリッチ化を再開する。そして、ステップS9、S10、S13のループに戻る。これにより、NO_x放出処理の続きが、非実行領域Dによる中断の後、直ちに行なわれることになる。このステップS18からS21、S22、S23、S24と抜け出てステップS9に戻った場合が、図7に符号キで示したNO_x放出処理非実行領域Dからリッチ化領域Bに逸脱した場合の対処である。

【0102】

これに対し、ステップS25では、運転状態がリッチ化領域Bに属するように領域A、B間の境界Lを設定し直す。すなわち、リーン運転領域Aをさらに縮小し、リッチ化領域Bをさらに拡大する。そして、空燃比をリッチ化してNO_x放出処理を再開する。つまり、ステップS9、S10、S13のループに戻る。これによっても、NO_x放出処理の続きが、非実行領域Dによる中断の後、直ちに行なわれることになる。このステップS18からS21、S22、S23、S25と抜け出てステップS9に戻った場合が、図8に符号コで示したNO_x放出処理非実行領域Dからリーン運転領域Aに逸脱した場合であって、リーン運転領域Aへの逸脱時（t₄）における積算NO_x吸蔵量（Q_{nf}）が所定量「c」以上であったときの対処である。

【0103】

なお、NO_x触媒 1 7 には、NO_x成分が吸蔵される以外に燃料中のイオウ成分が付着するイオウ被毒の問題がある。もちろん、イオウ付着量が所定量以上となれば、触媒 1 7 からイオウを放出させるイオウ放出制御が行なわれる。このイオウ放出制御は、例えば、空燃比をリッチ化すると同時に触媒 1 7 を昇温する等により達成される。イオウ放出制御は、上記のNO_x放出制御に比べると、はるかに少ない頻度で行なわれる。しかし、イオウ放出制御が実行されるまでの間は、NO_x触媒 1 7 のNO_x浄化能力がイオウ被毒の影響を受けることは否めない。

【0104】

そこで、例えば、数 3 に従って、積算NO_x吸蔵量 (Q_{nf}) をイオウ付着量 (Q_s) で下方修正することが好ましい。

【0105】

【数 3】

$$Q_{nf a} \text{ (補正NO}_x\text{吸蔵量)} = Q_{nf} \times (1 - Q_s)$$

【0106】

ここで、イオウ付着量 (Q_s) は、NO_x触媒 1 7 に実質的にNO_x成分がまったく吸蔵されなくなるときの付着量を 1 とし、NO_x触媒 1 7 にイオウ成分がまったく付着していないときの付着量をゼロとした場合における、ゼロから 1 までの値 (割合) として上記式に代入される。

【0107】

また、イオウ付着量 (Q_s) は、燃料供給量を基本にして推定される。そして、その推定値は、さらに、燃料のイオウ含有率、触媒温度 (排ガス温度)、リーン運転継続時間、既イオウ被毒量 (積算イオウ付着量) 等によって補正されて、その推定精度が高められる。

【0108】

さらに、以上においては、例えば図 1 3 のステップ S 1 7 や図 1 4 のステップ S 2 5 等で、運転状態がリッチ化領域 B に属するように領域境界 L を設定し直すことにより、NO_x放出処理を続行したり再開したりするように構成したが、これに代えて、領域境界 L を設定し直すことなく、例えば他の一例として次のよう

な手法を採用することもできる。

【0109】

すなわち、図12のステップS6でNO_x放出処理が開始されたときに、NO_xパージ実行フラグ(f_{nox})をセットする。NO_x放出処理は、運転状態が非実行領域Dに移行するまで、あるいは残存NO_x吸蔵量(Q_{nh})がゼロになるまで継続される。ただし、NO_xパージ実行フラグ(f_{nox})は、残存NO_x吸蔵量(Q_{nh})がゼロになったときにのみリセットするものとする。したがって、例えば、運転状態が非実行領域Dに移行した場合において、残存NO_x吸蔵量(Q_{nh})がゼロでないときは、NO_xパージ実行フラグ(f_{nox})はリセットせずにセットしたままとする。

【0110】

その結果、NO_x放出処理が開始された後において、運転状態がいったん非実行領域Dに移行し、その後、再び運転状態が非実行領域Dから脱した場合は、NO_xパージ実行フラグ(f_{nox})がセットされていれば、リーン運転領域Aに脱したかりッチ化領域Bに脱したかに拘らず、NO_x放出処理を直ちに実行する。

【0111】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、積算NO_x吸蔵量に基いて瞬時NO_x吸蔵量を補正することにより、積算NO_x吸蔵量を精度よく推定することができる。その結果、NO_x放出制御を適正なタイミングで行なうことができ、NO_x触媒の浄化性能やエンジンの燃費性能を最大限に良好な状態に保つことができる。本発明は、NO_x吸蔵還元型触媒を備えるエンジン一般に広く好ましく適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係るエンジンの制御システム構成図である。

【図2】 エンジンの空燃比マップである。

【図3】 空燃比マップにおいて各領域が変化する態様の一つを示す図である。

る。

- 【図 4】 NO_x 放出制御の一例におけるタイムチャートである。
- 【図 5】 空燃比マップにおける各領域の設定に用いる特性である。
- 【図 6】 NO_x 放出制御の他の例におけるタイムチャートである。
- 【図 7】 さらに他の例におけるタイムチャートである。
- 【図 8】 さらに他の例におけるタイムチャートである。
- 【図 9】 NO_x 通過量のタイムチャートである。
- 【図 10】 積算 NO_x 吸蔵量に対する吸蔵可能量の特性図である。
- 【図 11】 各種信号の流れを示すブロック図である。
- 【図 12】 NO_x 放出制御の具体的動作の一例を示すメインフローチャートである。
- 【図 13】 同じくメインフローチャートである。
- 【図 14】 同じくメインフローチャートである。
- 【図 15】 同じくサブフローチャートである。
- 【図 16】 同じくサブフローチャートである。
- 【図 17】 NO_x 放出制御で用いる特性図である。
- 【図 18】 同じく特性図である。
- 【図 19】 同じく特性図である。
- 【図 20】 同じく特性図である。
- 【図 21】 同じく特性図である。
- 【図 22】 同じく特性図である。
- 【図 23】 同じく特性図である。
- 【図 24】 同じく特性図である。
- 【図 25】 同じく特性図である。

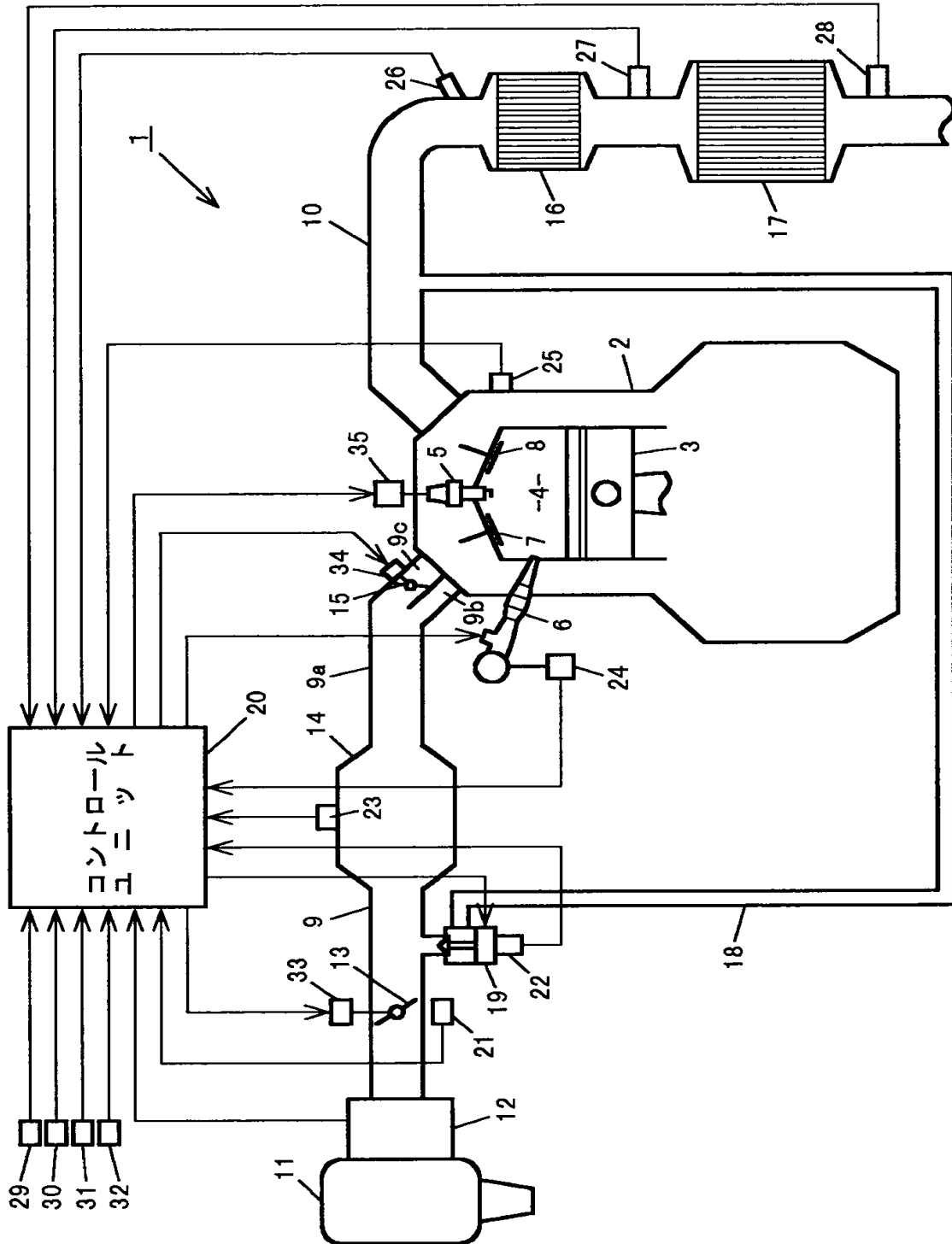
【符号の説明】

- 1 エンジン
- 4 燃焼室
- 5 点火プラグ
- 6 インジェクタ

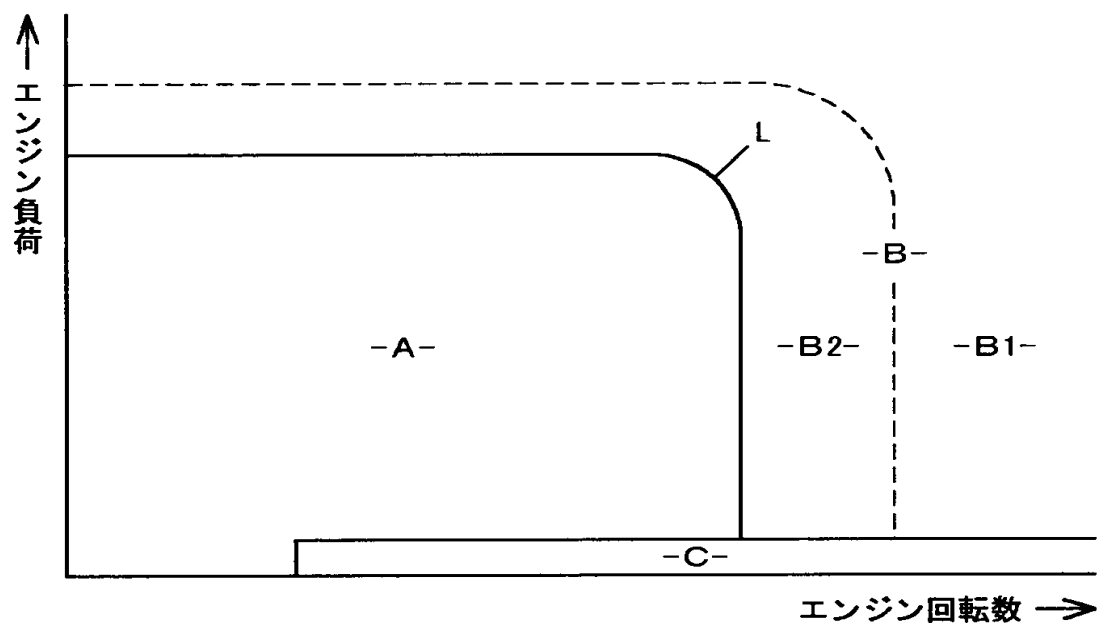
- 1 7 N O x 吸蔵還元型触媒
- 2 0 コントロールユニット
- 2 7 排気温センサ

【書類名】 図面

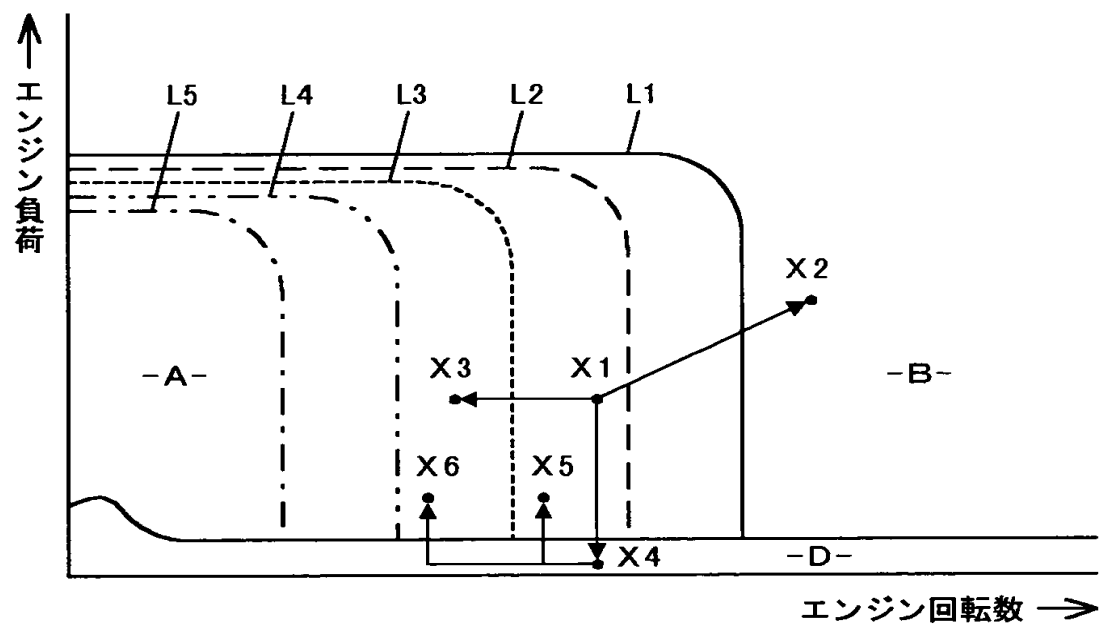
【図 1】



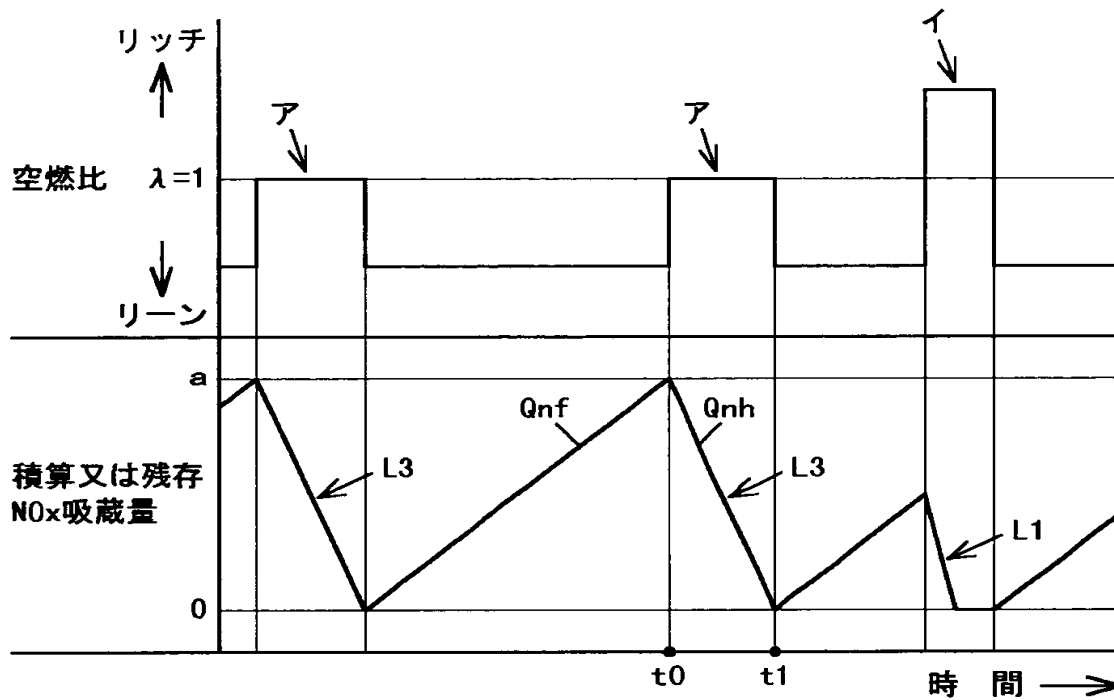
【図2】



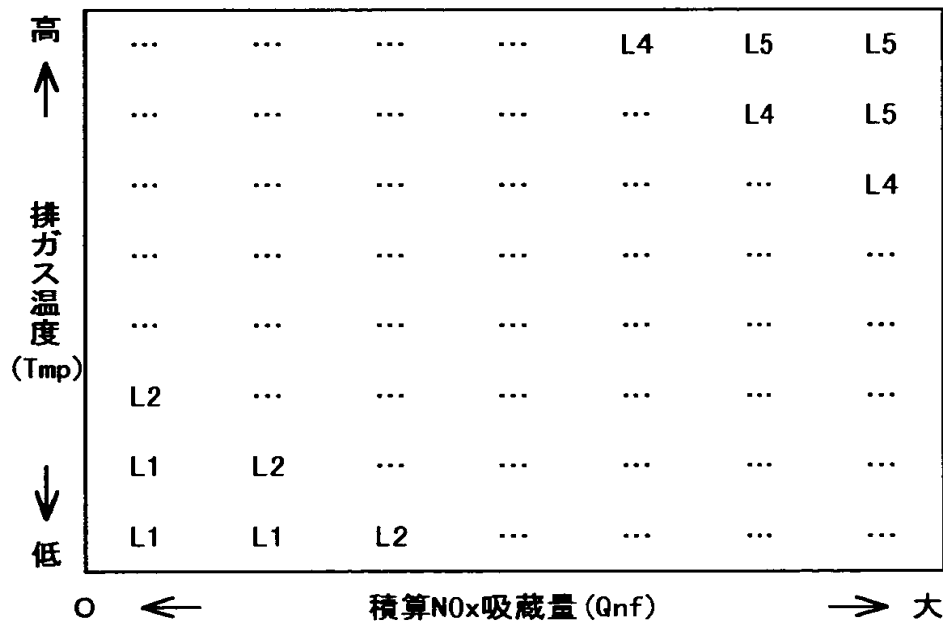
【図3】



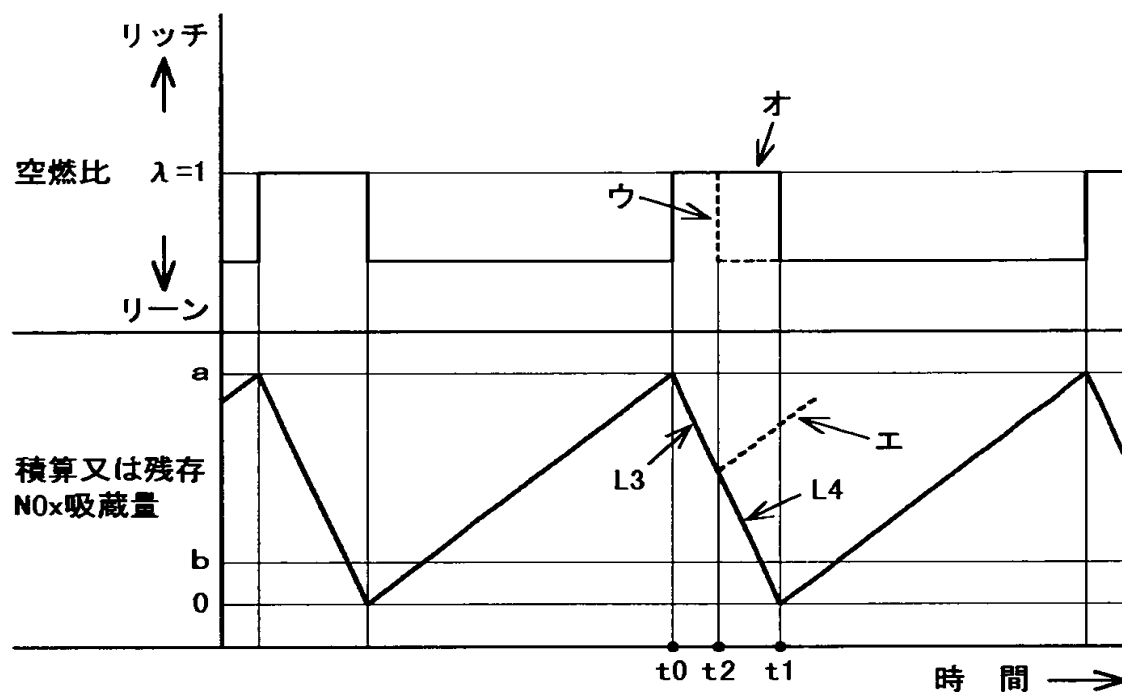
【図4】



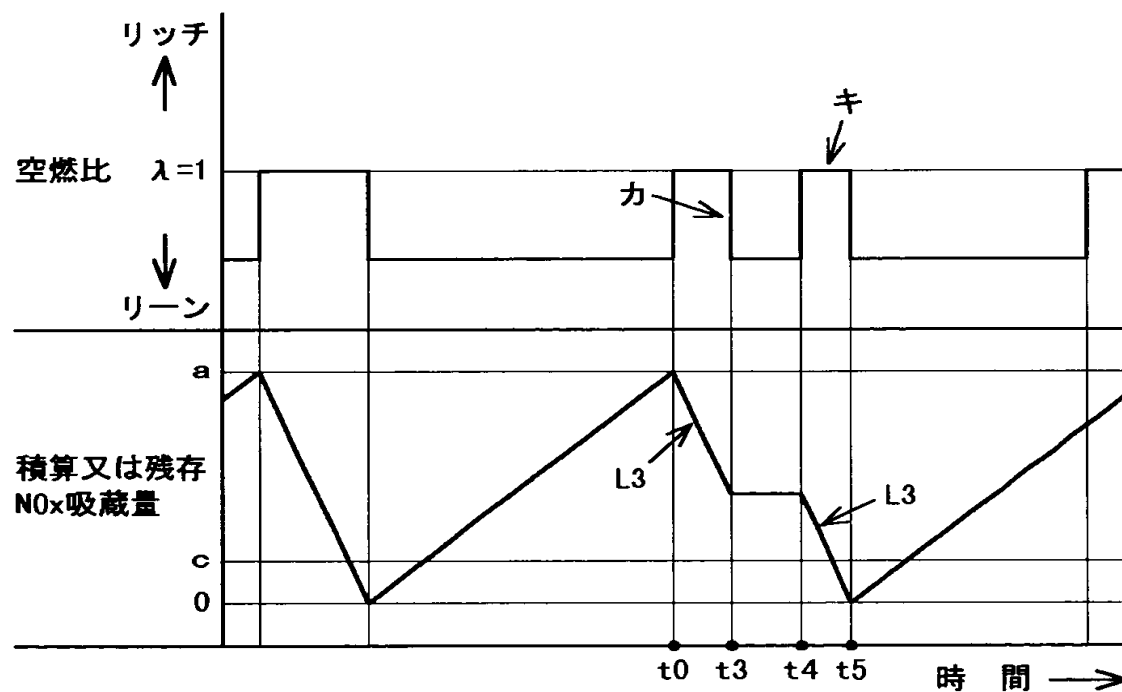
【図5】



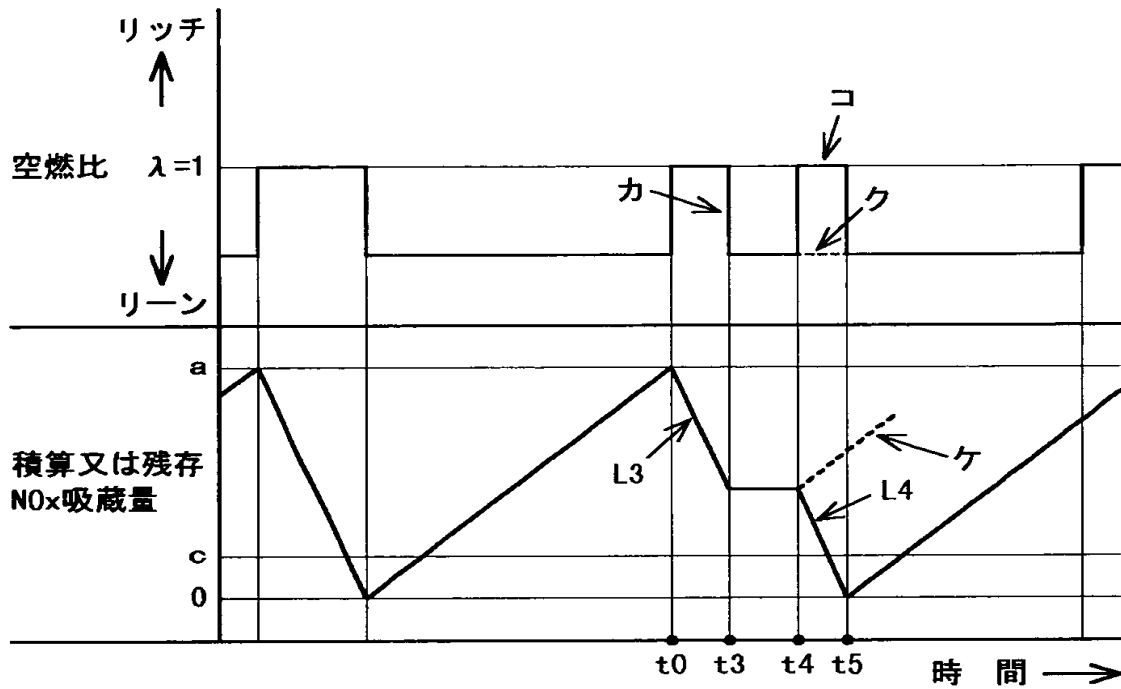
【図6】



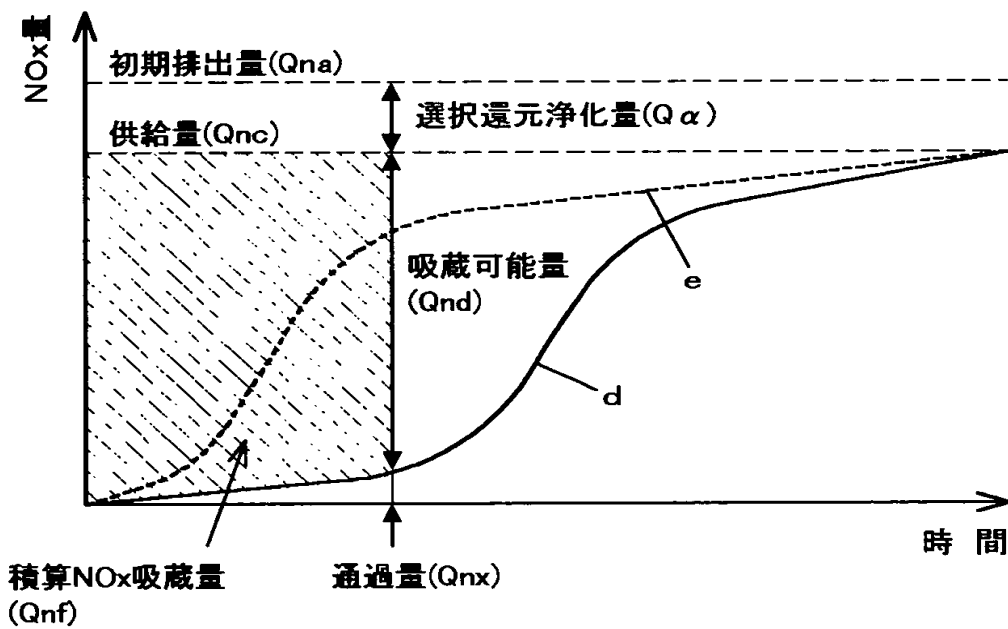
【図7】



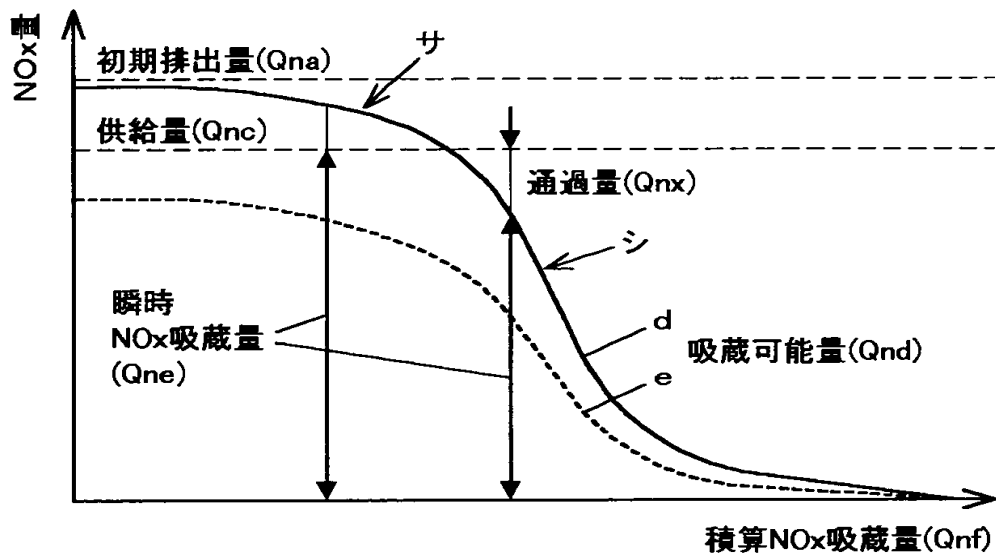
【図 8】



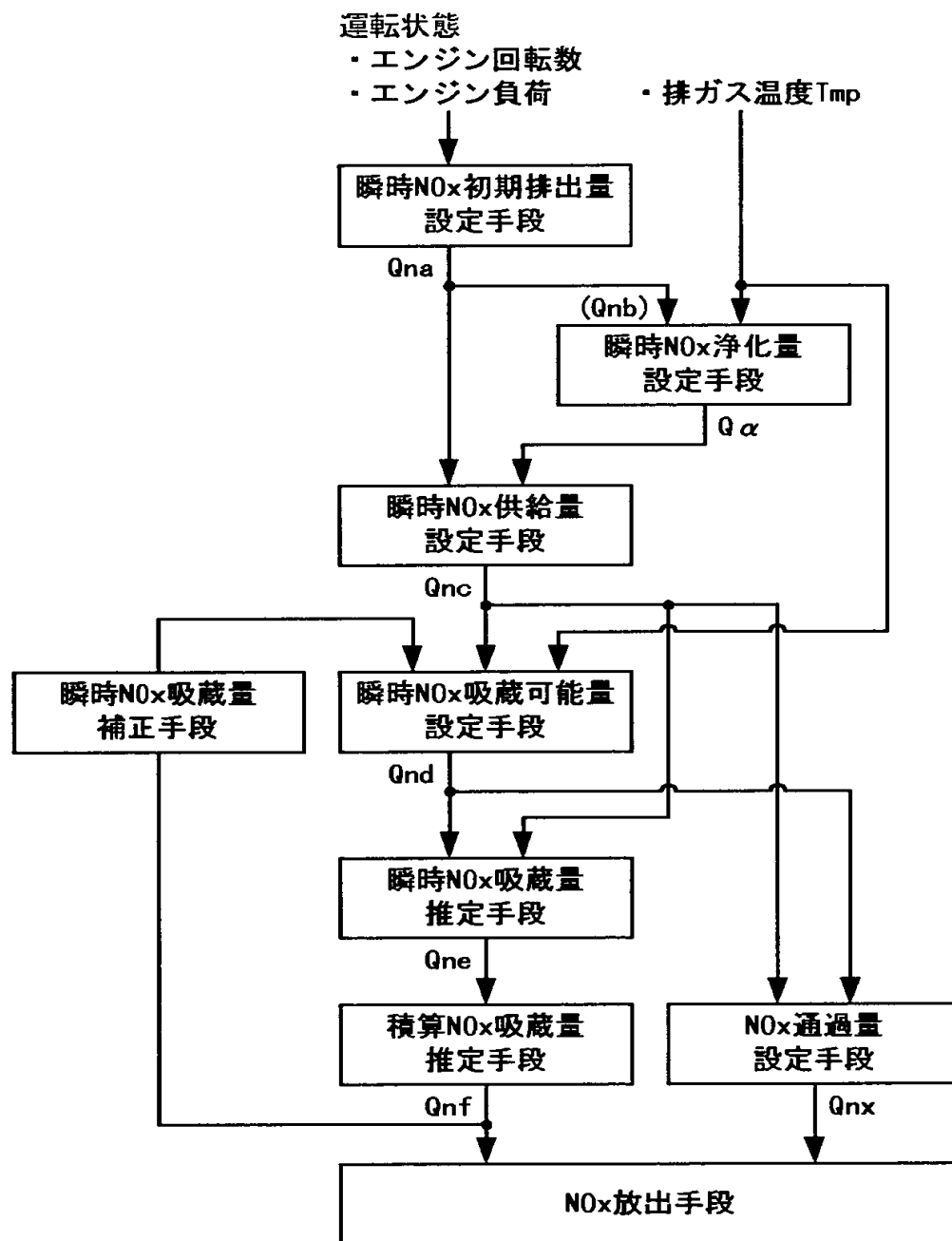
【図 9】



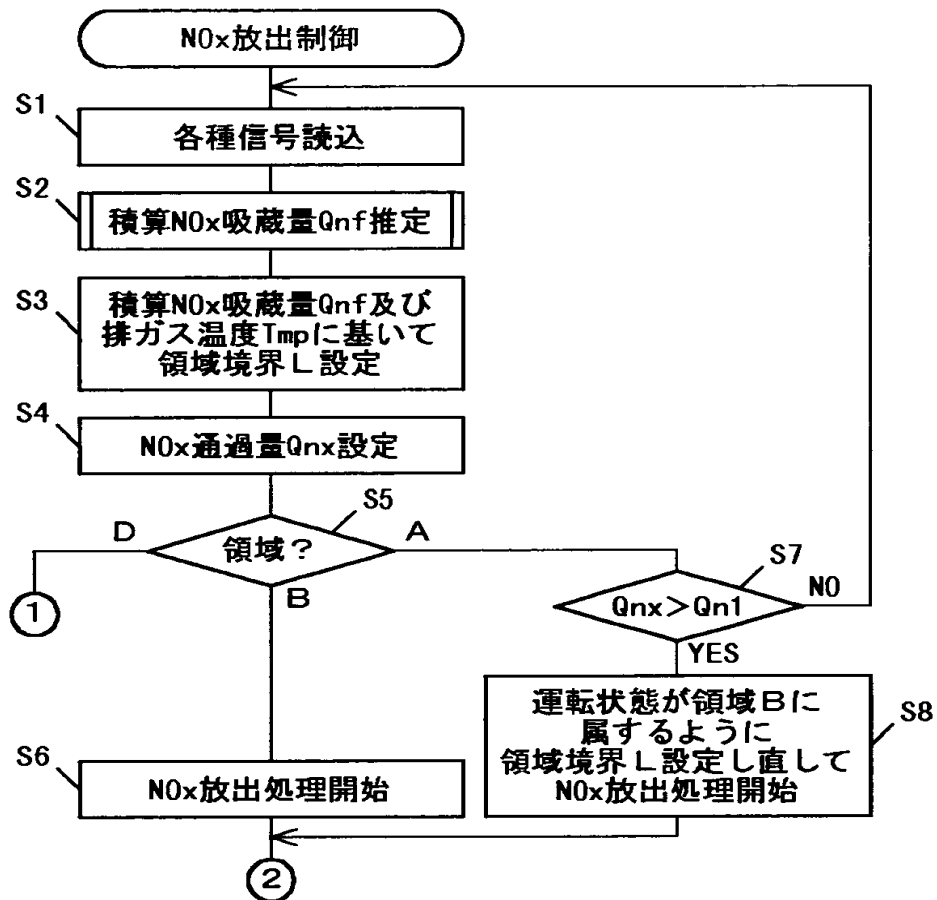
【図 1 0】



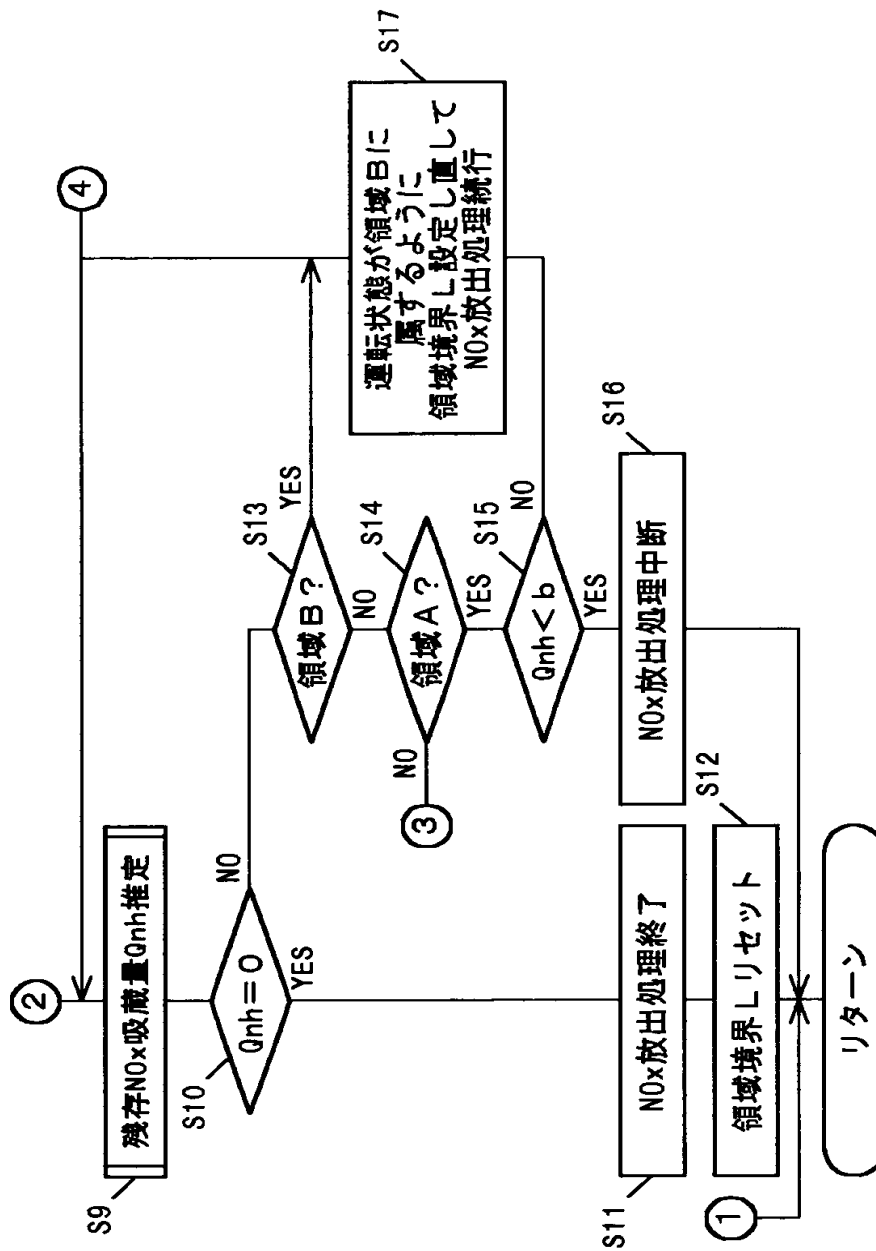
【図 11】



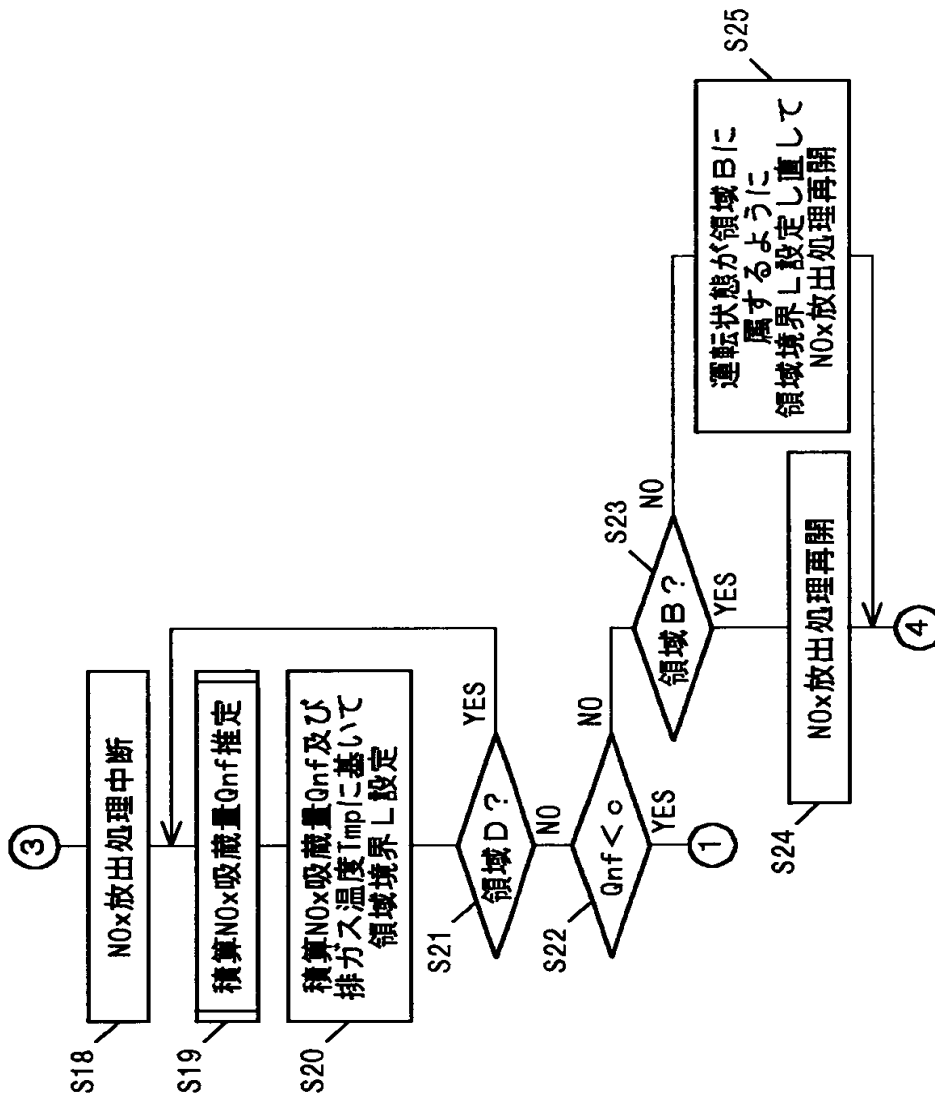
【図 12】



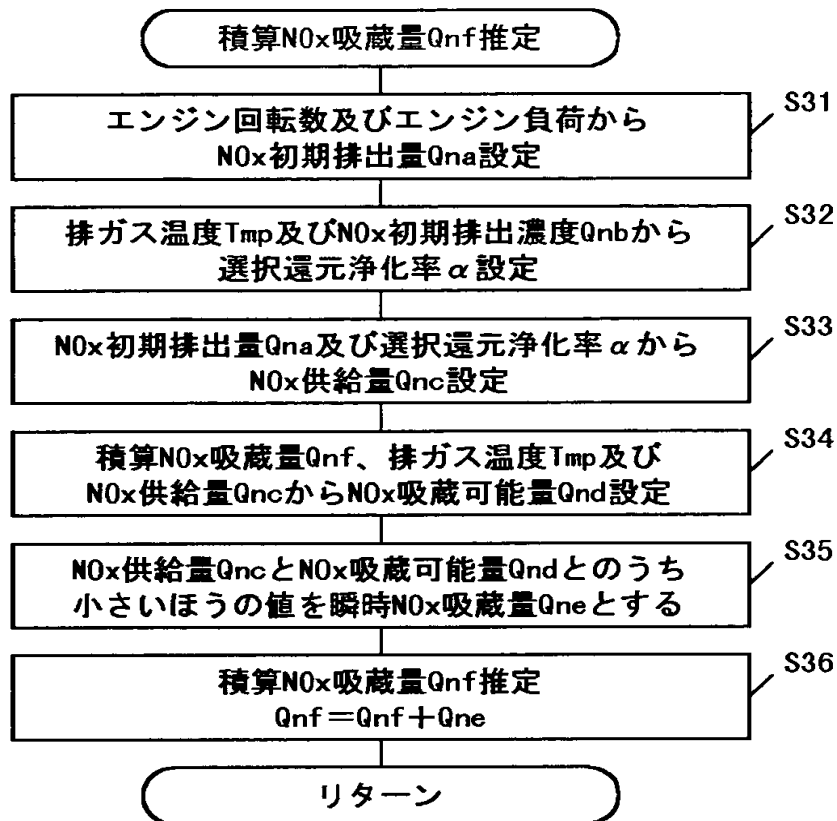
【図 13】



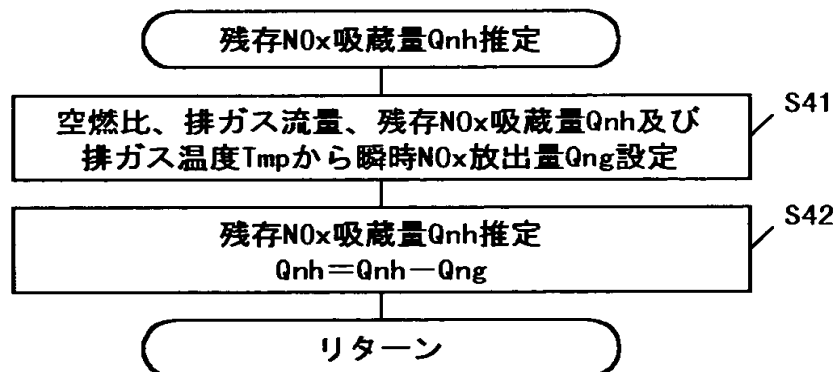
【図 14】



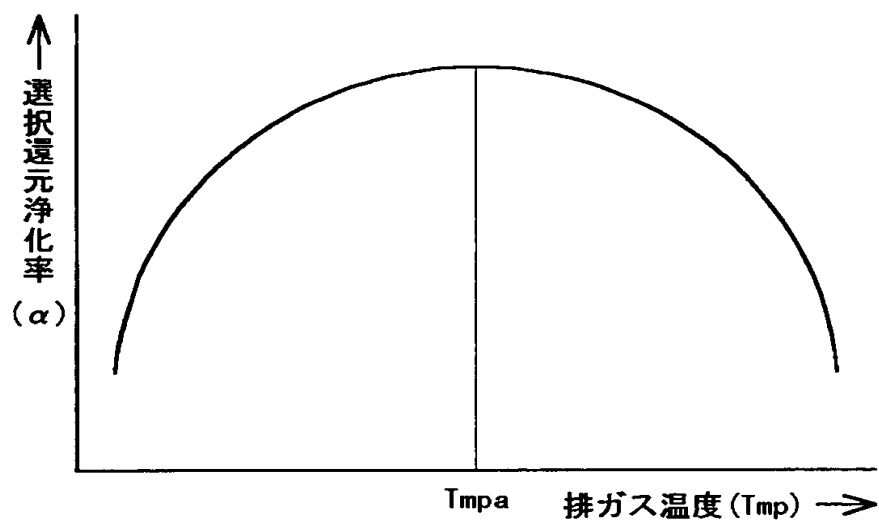
【図15】



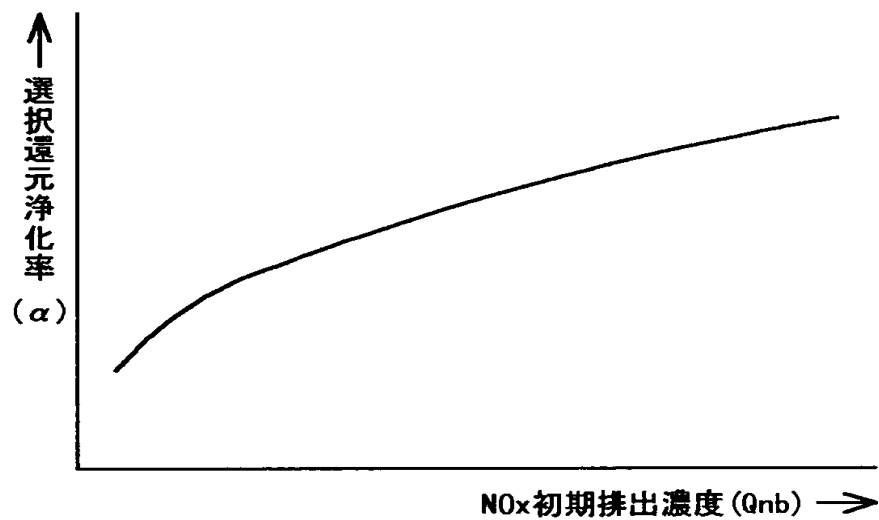
【図16】



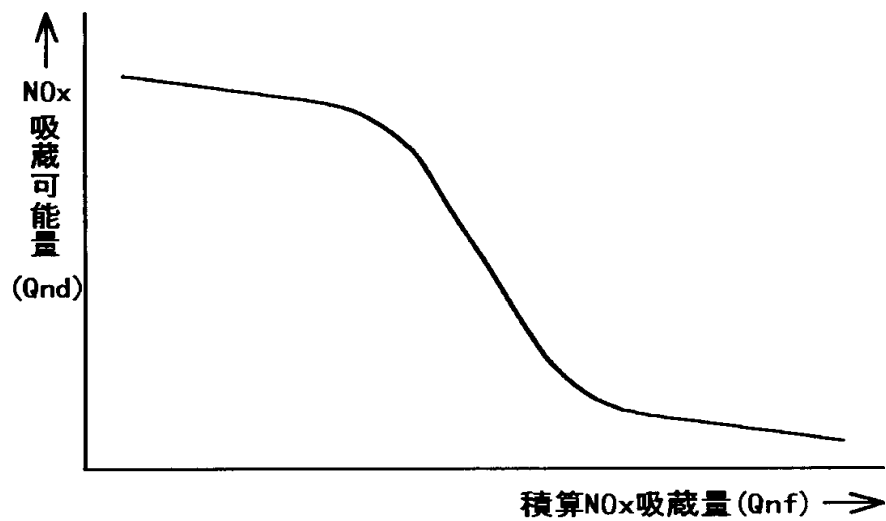
【図17】



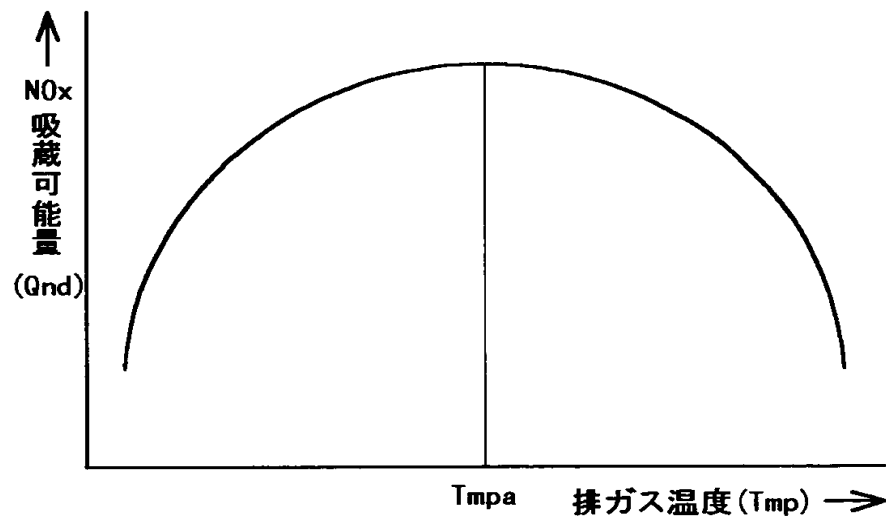
【図18】



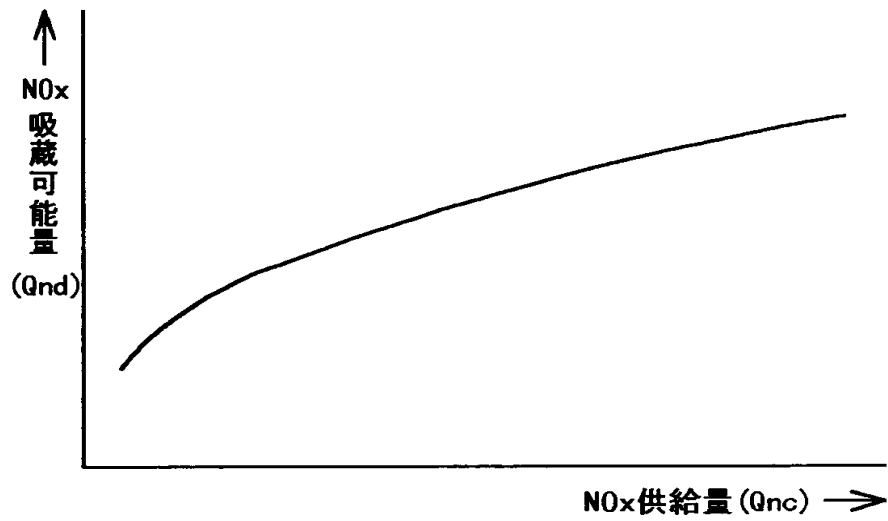
【図19】



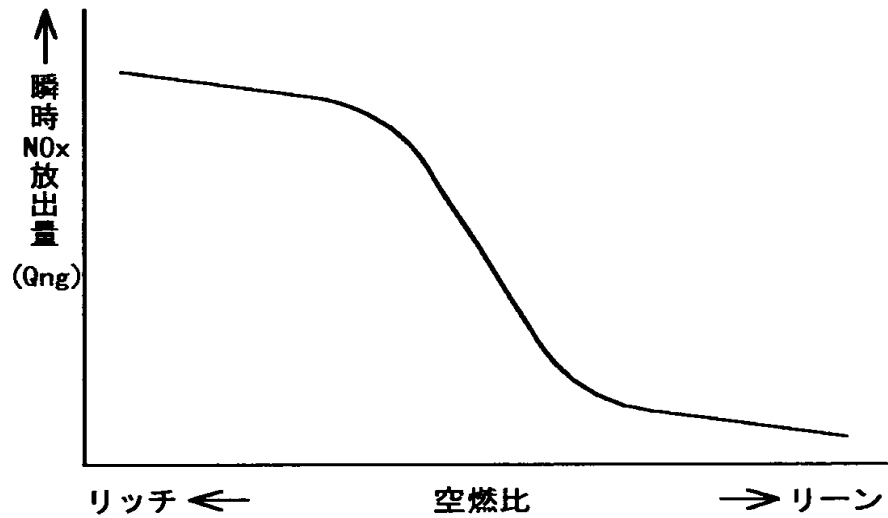
【図20】



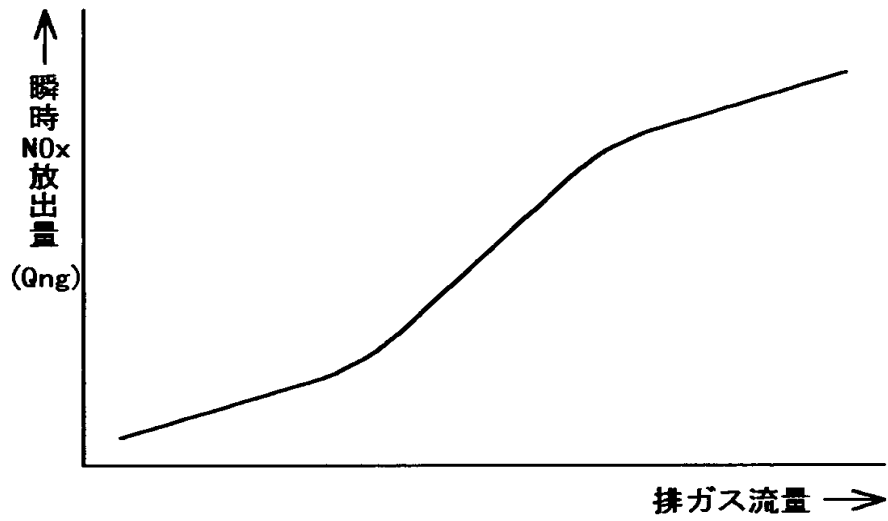
【図 2 1】



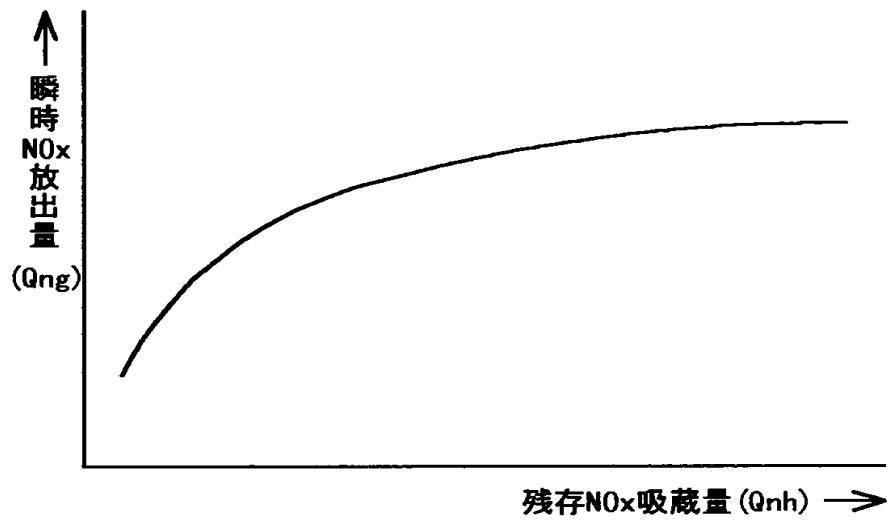
【図 2 2】



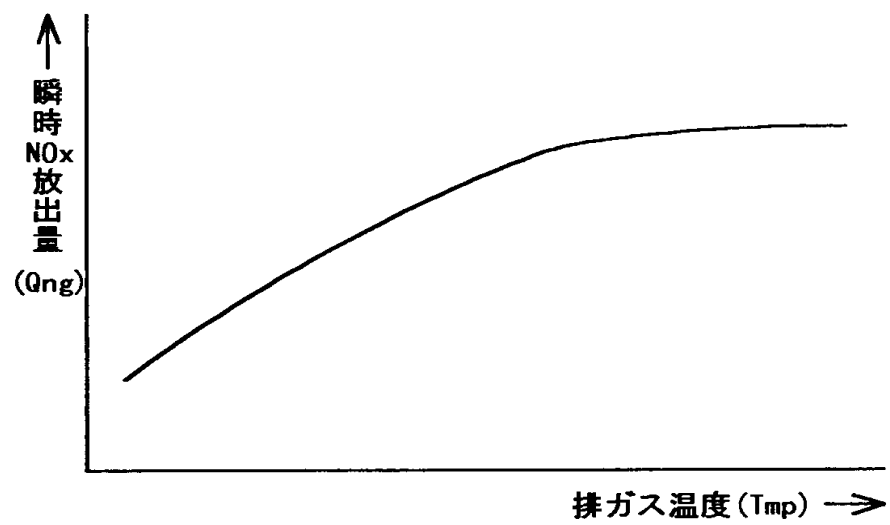
【図 2 3】



【図 2 4】



【図25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 NO_x 吸蔵還元型触媒の NO_x 吸蔵量を精度よく推定することを課題とする。

【解決手段】 触媒が単位時間あたりに吸蔵することのできる NO_x 成分の瞬時量 (Q_{nd}) を、触媒に単位時間あたりに吸蔵される NO_x 成分の瞬時量と推定する (瞬時 NO_x 吸蔵量)。瞬時 NO_x 吸蔵量の積算値を触媒の NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) とする。積算 NO_x 吸蔵量 (Q_{nf}) が多いほど NO_x 吸蔵可能量 (Q_{nd} : 瞬時 NO_x 吸蔵量) を小さい値に補正する。

【選択図】 図19

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003137]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	広島県安芸郡府中町新地3番1号
氏 名	マツダ株式会社